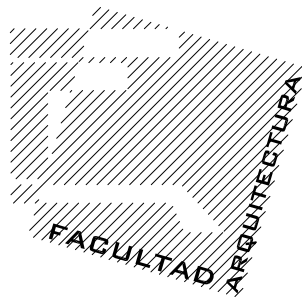
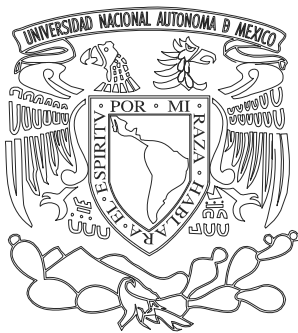


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ARQUITECTURA



Tesis que para obtener el título de arquitecto presenta:

CHRISTIAN ISRAEL TRUJEQUE ARCOS
VELARIA PARA UN CIRCO Y ARQUITECTURA MOVIL

Sinodales:

Arq. Rubén Camacho
Dr. Juan Gerardo Oliva Salinas
Arq. Olivia Huber Rosas
Arq. Erendida Ramírez Rodríguez
Arq. Liliana Trapaga Delfín

2/Octubre/2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

I.	Introducción.....	3
II.	La arquitectura artificial.....	4
III.	Evolución de la arquitectura móvil.....	5
IV.	Arquitectura traccionada moderna y los nuevos materiales.....	16
V.	El circo.....	40
VI.	Carpas análogas.....	51
VII.	La arquitectura natural	80
VIII.	Conclusiones "The Lunar Psycus Project"	95
IX.	La propuesta arquitectonica	112
X.	Referencias.....	154

I. Introducción

El ser humano se ha caracterizado por la habilidad de aprender del entorno a través de la percepción de sus sentidos y de poder utilizar este conocimiento adquirido en una aplicación para su beneficio. El ser humano tiene una serie de necesidades básicas, creadas, y superficiales. Una de sus necesidades básicas más importantes además del alimento es el cobijo, la cual incluye un lugar donde se pueda proteger de la intemperie y que sea apto para realizar una serie de actividades indispensables para poder sobrevivir en el medio que lo rodea, es aquí cuando surge la arquitectura.

Existen autores que no reconocen estas formas primitivas de construcción como arquitectura, sin embargo, en mi punto de vista, la arquitectura puede encontrarse casi en cualquier lugar, la cual he separado en dos grandes grupos, la arquitectura natural y la arquitectura artificial. En ambos casos se puede afirmar que el tiempo es un factor que contribuye al desarrollo o cambio de la misma, un cambio constante, infinito, e ininterrumpido que a simple vista puede no ser visible a nuestros ojos, pero que no por eso significa que no existe.

En los espacios creados por la naturaleza suelen estar presentes factores como erosión hidráulica y eólica. En el caso de la arquitectura artificial, por lo general, es el resultado pragmático del ensayo y error, el cual va evolucionando en aspectos técnicos constructivos. La arquitectura natural es poseedora de un conocimiento que ha ido perfeccionándose a través de los siglos, esta ha sido olvidada con el paso del tiempo, y sin embargo, es en ella donde se encuentran las respuestas para muchos problemas de la humanidad, por lo que es importante analizar su conocimiento ancestral evolutivo.

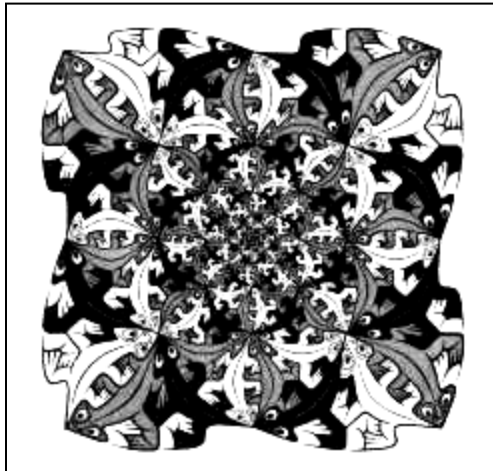
Uno de los atributos de la arquitectura artificial es precisamente la evolución y desarrollo de nuevos materiales para la construcción. Esta investigación propone utilizar este conocimiento para la aplicación en la arquitectura, principalmente la arquitectura móvil, la cual cuenta con muchas ventajas y en algunos casos supera la versatilidad de la arquitectura fija, la cual ha desplazado a la arquitectura móvil con su perennidad, lo cual no es el objetivo de esta propuesta.

En la propuesta formal de "Velaria para un circo", se aplican técnicas y materiales constructivos utilizados en la arquitectura ligera contemporánea, pero inspirada principalmente en la naturaleza, y al igual que una hoja, esta propuesta se considera ligera, móvil por el viento y efímera. Buscando la perennidad no tanto física, sino a modo socio-cultural dentro de la memoria colectiva de una sociedad, quien se encargara de dotarla de valores, dependiendo de su interacción con ella.

II. La arquitectura artificial

La arquitectura artificial comprendería toda la arquitectura que no es natural y que es creada por algún ser viviente. Está compuesta por la arquitectura animal, la arquitectura humana. Esto sin olvidar que nosotros mismos somos animales mamíferos, pero que hemos desarrollado una capacidad mayor de modificar nuestro medio ambiente.

El ser humano al igual que los animales necesita un lugar donde se pueda resguardar de la intemperie, lo que se resume a la habilidad de transformar conocimiento y generar acciones a grandes magnitudes, lo que nos diferencia de la arquitectura animal, cabe aclarar que esta cuenta con un grado técnico considerable en muchos casos, aspectos que podrían ser usados como analogías aplicadas a la arquitectura de escala humana.



"Arriba y Abajo" litografía,
1947
M.C. Escher (imagen
derecha)

"Mas y mas pequeño"
(*Kleiner en kleiner*)
Grabado en madera, 1956.
M.C. Escher (imagen
izquierda)



El acercamiento al mundo que nos rodea siempre tiene discursos múltiples: la contemplación de una tela de araña, por ejemplo, suscita emociones y pensamientos que nos puede llamar la atención, el diseño o la propia coreografía del animal al tejerla; igualmente se puede comparar este trabajo con las actividades humanas; podemos preguntarnos por la composición del hilo de seda o sobre su utilidad como instrumento de caza; podemos llegar más allá, indagando sobre si esa actividad constructiva es única de la especie cuya obra vemos o sobre cómo alterarla cambiando las condiciones exteriores (la luz, la temperatura, la humedad...) o tantas otras preguntas, a menudo sin respuesta. Algunas de ellas caen en el ámbito de las ciencias, otras las solemos clasificar como preguntas artísticas o humanísticas. Pero, en esencia, sólo el proceso de observación y análisis humano es el relevante cuando se

plantea hacer llegar al público la aventura de la ciencia como algo fundamental para una sociedad avanzada.

En *"Los otros arquitectos"* (Els altres arquitectas) observamos como se puede abordar una cuestión científica desde múltiples puntos de vista. El tema que se aborda es el de la arquitectura animal, un término acuñado en 1974 por el premio Nobel Karl Von Frisch (1886-1982). El zoólogo, uno de los fundadores de los estudios sobre conducta animal, la Etología, planteaba la paradoja de cómo animales relativamente simples en cuanto al desarrollo de su sistema nervioso son capaces de realizar construcciones muy sofisticadas, con un desarrollo tecnológico sorprendente incluso desde parámetros humanos. Son comportamientos que se justifican desde un punto de vista de la biología evolucionista como habilidades que permiten facilitar la supervivencia. Puede parecer exagerado hablar de "calidad de vida" en el mundo animal, pero realmente las construcciones se hacen para mejorarla, igual que en nuestra especie la han facilitado.

Las primeras construcciones animales aparecen hace unos quinientos millones de años: trazas que se han conservado de túneles y galerías excavadas por invertebrados en el sedimento marino, que fueron utilizadas como cobijo y para alimentarse. En el libro se hace un recorrido por ese medio millar de historia constructiva que incluye nidos de dinosaurios del Triásico Superior (hace 200 millones de años) o las primeras construcciones de nuestros predecesores hace millón y medio de años en el Plioceno.

Varias preguntas surgen: ¿Por qué se construye? ¿Cómo se construye? ¿Cómo se relaciona esta actividad con el entorno en que se vive? En ellas podemos comprobar cómo la determinación genética se mezcla con la interacción de cada especie con su ambiente en favorecer la aparición de estos animales constructores. Igualmente, podemos comprobar cómo el aprendizaje se produce por ensayo y error a lo largo de la vida de cada individuo. Por ejemplo, las arañas jóvenes tienen menos habilidades que las adultas. Sin embargo, en algunas especies, hay un aprendizaje que se transmite de unos individuos a otros: una transmisión cultural que, si bien es fundamental en el caso humano no es una característica única de nuestra especie.

A lo largo del libro, una amplia selección fotográfica de los más de doscientos cincuenta elementos permite comparar edificaciones; por ejemplo, los grandes rascacielos como las torres Petrona de Kuala Lumpur con los termiteros y otras construcciones de sociedades animales que buscan y logran mayor altura con sistemas constructivos específicos. De la misma manera se puede comparar la forma de los nidos de aves de zonas templadas con los de las regiones desérticas, las soluciones son tan dispares como son diferentes las taimas beréberes de los igloos esquimales.

Un análisis de los materiales empleados, o sobre las variadas técnicas constructivas, permite entender mejor por qué a la hora de plantearnos esta mirada a los "otros arquitectos" la

respuesta no está en una sola ciencia. Las cúpulas de las catedrales nacieron más en los nidos de las aves o en los envoltorios de seda de las larvas del neuróptero *Climacia areolaris* que en los tratados de arquitectura; los cangrejos de la especie *Mictyris longicarpus* construyen bóvedas de medio punto para protegerse de las olas y de los depredadores. Igualmente encontramos casos animales de especialización en las tareas y gremios; o de algo que nos parece tan humano como la economía y la sostenibilidad.

La gran diferencia, a juicio de estudiosos, entre estos animales constructores y nuestra especie radica en "la extraordinaria capacidad de aprendizaje, de innovación y de creación del ser humano; los materiales que utiliza y las técnicas y diseños constructivos que emplea han dado como resultado una evolución extremadamente rápida y rica de sus construcciones".

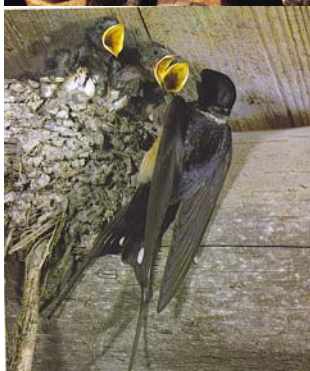


Así, aunque la estandarización de las construcciones es algo que existe desde las sociedades de insectos, la transmisión cultural de generación a generación existe en las aves que construyen pérgolas o que la educación se da también en los primates superiores actuales, la consideración de estas tareas constructivas como arquitectura, es decir, algo dotado de valor estético, planificadas por un diseñador, existiendo un control jerárquico y, sobre todo, un concepto de "autoría" sí es algo único en la especie humana.

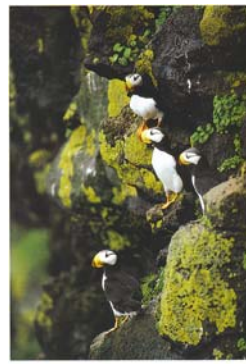
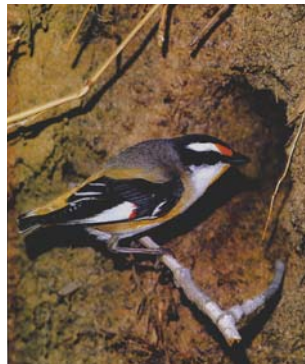
Zoom de hormigas, una especie trabajadora



Las abejas usan formas hexagonales y las encontramos en los paneles de miel. Estas formas optimizan el número de orificios con la menor cantidad de cera.



En estas imágenes podemos apreciar como distintas aves adaptan o generan sus propios espacios para el habita y como cada uno de ellos es creado por diferentes técnicas constructivas, desde agujeros en rocas y árboles hasta nidos de ramas y barro que trabajan muy similar al concreto armado y que además están adheridas a los muros.



Todos los seres vivos requieren el protegerse de la intemperie, lo que les obliga a construir, logrando que varios de ellos se hayan convertido en grandes arquitectos e ingenieros, como la araña con sus estructuras traccionadas, el castor con sus resistentes represas y el caracol con su vivienda móvil.

"Els altres arquitectes - Los otros arquitectos - The Other Architects", Josep Piqué y Anna Omedes, Institut de Cultura - Museu de les Ciències Naturals de la Ciutadella, Editorial Gustavo Gili, Barcelona (2004).

III. La evolución de la arquitectura móvil.

Los primeros seres humanos adaptan ciertas cuevas para poder habitarlas. Conforme pasa el tiempo el ser humano aprende de su entorno y fue entonces cuando un día el hombre comenzó a utilizar este conocimiento para satisfacer necesidades y facilitar tareas, la construcción de herramientas y refugios fueron importantes avances al que podríamos darles las gracias por la sobre vivencia de la especie humana. Algunas de estas herramientas facilitaron la caza, y esta a su vez fue proveedora de materia prima para el cobijo, alimento y posteriormente la construcción. Los refugios primitivos son de los primeros ejemplos donde podemos encontrar arquitectura, arquitectura traccionada o textil, y generalmente móvil.

Es muy probable que este tipo de construcciones móviles hayan sido utilizadas por tribus primitivas, y desarrolladas durante siglos debido al constante movimiento necesario para la búsqueda de alimentos. Además de satisfacer cobijo, el refugio requería ser transportable, y son grupos de este tipo los que se volvieron por así decirlo “especialistas” al igual que su arquitectura móvil adaptable, y fácil de transporte. Grupos pertenecientes a distintas partes del globo terráqueo, con arquitectura móvil que responde a distintos factores climatológicos y que sin embargo manejan conceptos de funcionalidad semejantes.

Este tipo de muebles arquitectónicos son los antepasados de lo que hoy llamamos comúnmente “tiendas”. En nuestros días las características funcionales que se busca al momento de comprar una “tiendita de campaña” son probablemente las mismas que se buscaban en la antigüedad:

CAPACIDAD/ACTIVIDAD	¿Cuántos caben? ¿Qué actividades realizare?
MATERIALES	¿Me protege? ¿De que?
PESO/VOLUMEN	¿Cuánto pesa? ¿Cuánto bulto hace?
MONTAJE	¿Como la armo y desarmo? ¿Es fácil de montar?

Utilizando elementos que trabajen a tracción, principalmente, como pueden ser las pieles, textiles, sogas, cuerdas, lianas, etc. Buscando el minimizar el número de apoyos que trabajen a compresión, debido a que estos son más rígidos, pesados, quizás largos, y por consecuencia mas difíciles de transportar. En la mayoría de los casos se coloca un textil sobre los postes que quedan erguidos al interior, mientras que el textil es traccionado (jalado) hacia su perímetro y anclado al piso con sogas y estacas.

El hombre sedentario descubrió modos de producción que le permiten instalarse en un lugar adecuado para la supervivencia, y también desarrollo ciertos tipos de arquitectura móvil desarrollada por la necesidad y habilidad del ser humano para poder satisfacerla con espacios, y poder desarrollar una serie de actividades específicas.

Uno de los primeros ejemplos de arquitectura móvil lo podemos encontrar en la Biblia, donde existe una carpa especialmente para el arca de la alianza, donde la intención es tener un espacio designado para que Moisés se pueda comunicar con Dios. En otras palabras, un templo trasladable, el tabernáculo de la alianza sujeto a la necesidad de viajar hasta encontrar la tierra prometida.

La mayoría de edificios hoy en día son estructuras que trabajan básicamente a compresión. Bloques o tabiques son colocados uno sobre otros hasta formar muros, o se hacen marcos de materiales rígidos como el concreto armado para colgar o apoyar elementos estructurales. Por muchos años el ser humano se ha olvidado de aquella arquitectura mas ligera, mas versátil y menos rígida y de hay otra de manera de construir, usando materiales flexibles y forzándolos a trabajar a tracción, es decir, jalándolos.

Aunque la Arquitectura traccionada es un nombre moderno para este tipo de elementos, es probable, que sea el método mas viejo y sencillo utilizado por el ser humano para poderse proveer de un resguardo. Pero no todas estas estructuras de tracción son o fueron edificios. Elementos como, velas de bote, globos, incluso algunos de los primeros aviones, derivaron de la arquitectura traccionada, principalmente la arquitectura textil.

Tensile architecture, también conocida como Tenso arquitectura, y a la cual referimos aquí como arquitectura textil, o traccionada a base de membranas es relativamente un campo nuevo en la arquitectura. Enfatizando las estructuras ligeras a base de membranas. La cual es muy adecuada para poder optimizar los recursos al momento de cubrir grandes claros.

Una tienda es cualquier estructura apoyada cubierta por un material flexible. Las tiendas quizá no sean tan durables como los edificios convencionales, pero requieren mucho menos material para ser creadas. Esto hace de ellas elementos más económicos y portables. Las tiendas se levantan donde principalmente donde el terreno sea consideradamente plano. Las tiendas más antiguas conocidas vienen de Siberia, Lapland, Islandia y Alaska. Para protegerse de los vientos helados, cazadores nómadas colgaban las pieles de animales sobre largos huesos. Si los árboles estaban disponibles, se usaban ramas como apoyos. A veces Birch bark. Era usado para cubrir el marco. Ya que estos materiales son completamente biodegradables, es imposible saber exactamente desde hace cuanto tiempo los seres humanos han estado haciendo tiendas. La evidencia encontrada llega a fechas por lo menos de 40,000 años atrás. Treinta mil años después, materiales de tejidos fueron incorporados al uso en las tiendas (imagen abajo).



La forma
6

ideal de una tienda para lluvia fuerte, capaz de soportar vientos extremos, y ventilar los fuegos realizados al interior, es el cono. Las tiendas con forma de cono son encontradas a través del hemisferio Norte. Usualmente es un cono a base de árboles colocados en círculo y apoyados entre ellos en su parte superior con una cubierta que protegiera la porción baja de la tienda., dejando la parte superior abierta para que saliera el humo.

Los Tipis norte americanos son considerados una obra maestra del diseño estructural. Indios nativos americanos han mejorado la simple tienda en forma de cono poniendo una especie de polveras para el humo y un delineador del muro. Las polveras, las cuales pueden ser giradas para tomar ventaja de los vientos dominantes, sirven como una ventila ajustable. El delineador forma un doble muro con la cubierta exterior, creando un espacio insulativo y ayuda a jalar el humo fuera de un fuego. El delineador esta sujeto a la tierra mientras que la cubierta de fuera esta arriba del piso para crear una convención de la corriente de aire fresco de fuera que viaja atrás del delineador y jala al humo fuera a través de las polveras de humo. En verano, la base del muro exterior es rodada hacia arriba para permitir al aire fresco entrar. Especialmente en días calientes, un pequeño fuego, incluso, incrementa el efecto de frescura para el aire acondicionado natural.

Los indios americanos también se extienden al sistema estructura. Los postes del tipi son rasurados meticulosamente hasta quedar suaves, de modo que la humedad que llega a la abertura de la polvera de humo se junte en ellos y corra hacia abajo sobre los postes para drenarlos atrás del delineador.

Mientras los indios americanos estaban perfeccionando el diseño del cono, la gente del desierto como los bedouins, berbera, moros, y kurdos estaban desarrollando las tiendas negras. La tienda negra obtiene su nombre del cabello negro de chivo usado para el tejido de su cubierta. Este tejido flojo de tela permite al aire pasar a través mientras provee sombra en climas calidos y áridos. Si el material se llega a mojar, sus fibras se inflaran y repelerán el agua.



Tienda negra
(imagen
izquierda)

Yurt (imagen
derecha)

Las



tiendas negras utilizan todas las características que hasta este día permiten tensionar estructuras para funcionar. El material es atorado sobre cuerdas, las cuales son soportadas en turno a una serie de postes, las cuerdas cargan el peso a las estacas, las cuales tensionan la estructura y la anclan al terreno.

El ger (llamado yurt en ruso) es uno de las tiendas más lujosas concebidas por tribus nómadas. Estos refugios proveen confort y calor en una de las partes más altas de mundo, la estepa Siberiana. El ger emplea un muro circular de lattice con una cubierta suave de lana y una puerta de madera. Una abertura central en el techo permite al humo de una estufa salir. Al igual, el ger es rico en simbolismo religioso, cada parte de el tiene un significado simbólico.

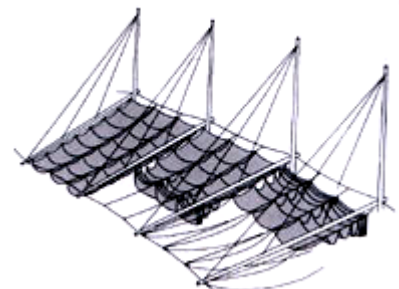
Así como se fue asentando la gente en comunidades agrícolas fijas, las tiendas fueron asignadas el papel para proveer un refugio para eventos religiosos, reuniones sociales, y habitación para grandes ejércitos. La mayoría de estas tiendas consisten de uno o dos mástiles centrales cobijados por una membrana cónica o una techumbre con pendiente inclinada.



En estos días, el refugio traccionado más grande y familiar es la tienda de circo. Las tiendas de circo tempranas usan una forma sencilla de paraguas, de cualquier modo, ellos tienen la desventaja de tener colocado el poste central que trabaja a compresión ubicado en el centro, en medio del área escénica. Sumando postes de apoyo, el centro podría ser dejado libre, y esto llevó al famoso circo de tres anillos. En sus días alrededor del cambio de siglo XX, estas tiendas de circo gigantes llegaban a tomar dos acres y podían contener a 10,000 personas, suficientes para “El show más grande en el mundo”.

Pero no fue el primer uso que se le dio a las membranas. Hace más de cinco mil años atrás, navegadores mediterráneos encontraron una manera para manejar al viento. Y de ese punto en adelante, la navegación náutica tuvo siempre los elementos incorporados de la ingeniería tensile, con formas neumáticas en las lonas, componentes de tracción en los mástiles centrales, y apoyo del mismo para compresión. Para el siglo diez y nueve, los barcos de navegación habían llegado a un nivel remarcable de propulsión sofisticada basada en el manejo del viento.

El primer mayor uso de los principios de tracción a la arquitectura vino transferida de la tecnología de navegación. Los coliseos romanos y anfiteatros fueron



frecuentemente techados por cubiertas retráctiles, sostenidos con mástiles y cables (imagen derecha). Y eran marinos retirados quienes operaban estos complejos toldos. La convertibilidad de estas cubiertas de textil surgió de su inhabilidad para construir una techumbre permanente, capaz de soportar los vientos y la pesada precipitación pluvial, más que por una preferencia de tener abiertos sus anfiteatros.

Maquinas Voladoras

Los principios tensiles llegaron a la tierra, no sólo por mar, sino por aire. Como las aves, las estructuras aéreas deben ser fuertes y ligeras. Para esto, las estructuras tensiles (textiles) son ideales. Los chinos desarrollaron sistemas tensiles muy elaborados en la forma de papalotes. La caja papalote, de hecho, fue el predecesor de los primeros aviones. Los hermanos Wright usaron una serie de marcos con textil, reforzados por cables de tensión y separados por miembros de compresión. Esto permitió a sus aviones ser, tanto, ligeros como fuertes para despegar.

Por más de 4,000 años los principios de tracción han sido utilizados en construcciones de puentes como la única manera de librar grandes claros. A través del lejano Este y Suramérica, puentes suspendidos hechos con cuerda y bambú fueron usados. Aunque el bambú es fuerte, no es muy durable. Algunos de los primeros puentes de bambú pudieron librar claros mayores a los 800 pies. No fue hasta la introducción del cable de acero en el siglo XIX, que la ingeniería occidental pudo incrementar esos claros. El inventor del cable de acero fue John Roebling quien diseño un considerable número de puentes suspendidos en los estados Unidos. Su obra maestra, el puente de Brooklyn, el cual permanece como uno de los mejores puentes construidos.

Una estructura traccionada esta hecha con materiales que trabajan bajo tracción, es decir que son jalados y debido a sus propiedades mecánicas resisten mejor a este esfuerzo que a la compresión. Esto se convierte en su ventaja sobre otros sistemas, ya que los materiales que mejor trabajan a tracción suelen ser mucho más ligeros. La mayoría de las veces son utilizadas para la cubierta de edificaciones que requieren librar grandes claros con la mínima cantidad de apoyos intermedios, o incluso sin apoyo alguno. El estudio y desarrollo de la arquitectura textil es relativamente una nueva manera de construir.

La constante evolución tecnológica ha incrementado la popularidad de las estructuras con cubierta de textil como alternativas. Debido a que la ligereza de sus materiales facilita la construcción y la hace más económica que la mayoría de los sistemas convencionales, especialmente en lugares amplios que tienen que ser cubiertos. Algunas estructuras traccionadas famosas son el Domo del Milenio en Londres, el Pontiac Silverdome, el Aeropuerto de Denver y el Aeropuerto de Mecca ya previamente comentados.

En las matemáticas, una superficie mínima es una superficie con una curvatura promedio (mean) de cero. Esto incluye, pero no se limita a, superficies de área mínima sujetas a limitantes en la ubicación de su colindancia. Una manera sencilla de obtener modelos físicos de área minimizada para superficies de área mínima pueden ser logrados si se sumerge un marco de alambre en una solución de jabón, formando una película de jabón. Algunos ejemplos de superficie mínima incluyen catenoides y helicoides. Una superficie mínima hecha de una catenaria que es rotada una vez alrededor de un eje es llamada una catenoide. Una superficie Swept barrida por una línea rotando con una velocidad uniforme alrededor de un eje perpendicular a la línea y simultáneamente moviéndose sobre el eje con velocidad uniforme es llamada un helicoides.

Las superficies mínimas se han convertido en un área de intenso estudio matemático y científico en los últimos 15 años, específicamente en las áreas de ingeniería molecular y ciencia de materiales, debido a sus aplicaciones a la nanotecnología.



Una burbuja de jabón es una forma que tiende a la esfera, hueca formada con una película de jabón y agua que crea una superficie iridiscente. Las burbujas de jabón usualmente duran por tan sólo unos momentos antes de romperse ya sea por ellas mismas o al contacto con otro objeto. Las burbujas son comúnmente usadas entre los niños como un juguete, pero también tienen uso en actuaciones artísticas que pueden ser fascinantes para los adultos. Éstas fueron utilizadas para resolver complejos problemas matemáticos de espacio, así como siempre

encontraran el área de superficie más pequeña entre puntos u orillas.



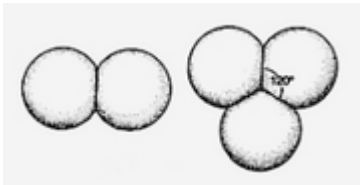
Las burbujas de jabón existen porque la capa superficial de un líquido (usualmente agua) tiene una tensión de superficie específica, la cual causa que la capa se comporte como una hoja elástica. Una creencia común es que el jabón incrementa la tensión superficial del agua, cuando de hecho el jabón hace exactamente lo opuesto, decreciéndola aproximadamente un tercio de la tensión superficial del agua pura. El jabón no fortalece las burbujas, las estabiliza, a través de una acción conocida como el

efecto Marangoni. Conforme se estira la película de jabón, la concentración de jabón decrece, lo cual ocasiona incremento en la tensión superficial. El jabón selectivamente fortalece las partes más débiles de la burbuja y tiende a prevenirlas de que se estiren más, además de reducir la evaporación, ayudando a que las burbujas duren más.

Su forma esférica también es causada por la tensión superficial, debido a que una esfera tiene el área de superficie más pequeña posible para un volumen dado. Esta forma esférica puede ser visiblemente distorsionada por corrientes de aire. Si la burbuja es dejada en aire quieto, se conserva casi esférica, más que la típica ilustración de una gota. En una gota la fuerza de jale (*drag*) que actúa en él igual a su peso, y ya que el peso de una burbuja es mucho mas pequeño en relación a el tamaño de una gota, su forma es distorsionada mucho menos. La tensión superficial oponiéndose a la distorsión es similar en los dos casos: El jabón reduce la tensión superficial del agua aproximadamente un tercio, pero es efectivamente doblada ya que la película tiene una superficie interior y exterior.

Las burbujas de jabón que son sopladas en un aire con temperatura menor de unos 15 c (5 f) se congelará cuando toquen una superficie. El aire dentro gradualmente se difundirá fuera, causando que la burbuja quiebre bajo su propio peso.

En temperaturas más bajas, digamos menor a 25 c (menos 13 f), las burbujas se congelaran en el aire y se pueden romper cuando choquen con el piso. En esta temperatura la burbuja se congelara en una esfera casi perfecta, pero después de que el aire tibio dentro se enfrié, el volumen se reducirá y será el colapso parcial de la burbuja. Entre mas pequeña más fácil será congelarla.



Las burbujas de jabón se pueden fusionar fácilmente. Las burbujas adoptan la forma con la mínima área de superficie posible. Su pared en común integrará a la

burbuja más grande, conforme las burbujas pequeñas tengan una presión interna más alta.



“Si las burbujas son de desigual tamaño, la pared será plana. En el punto donde dos o mas burbujas se encuentran, ellas se acomodan de modo que sólo tres paredes de ellas, se encuentren sobre una línea, separadas por ángulos de 120. Esta es la elección más eficiente, por lo cual es también la razón por lo que las células de un enjambre de abejas usan el mismo

ángulo de 120, formando hexágonos. Solamente cuatro paredes de burbujas se pueden encontrar en un punto, con las líneas donde las paredes se encuentran separadas por un ángulo de 109.47.

Las burbujas de jabón son también la ilustración física de la cuestión de las superficies mínimas, un área de intenso estudio matemático y científico por los últimos años. Se sabe desde 1884 que la burbuja esférica es la manera de contener un volumen de aire con la menor área posible (un teorema de Schwarz), fue recientemente probado en el año 2000 que dos burbujas fusionadas proveen la manera óptima de contener dos volúmenes dados de aire con la menor área. Se le ha dado el término de Teorema de la doble burbuja. Las películas de jabón buscan minimizar la superficie de área, para minimizar su energía superficial. La forma óptima es la esfera.”

Las burbujas de agua aunque suelen ser un juguete para los niños para algunas personas fue realmente importante en el estudio de la arquitectura ligera y la búsqueda en el área de las superficies mínimas.

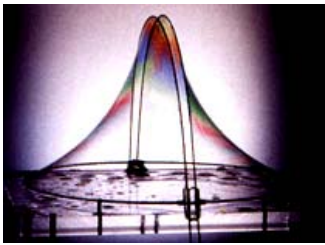
Wikipedia, the free encyclopedia.

- Robert Osserman, *A Survey of Minimal Surfaces*, (1986) Dover Publications, New York. ISBN 0-486-64998-9 (*Introductory text for surfaces in n-dimensions, including n=3; requires strong calculus abilities but no knowledge of differential geometry.*)
- Hermann Karcher and Konrad Polthier, [Touching Soap Films](#) (2004) (website)

IV. Arquitectura Traccionada Moderna y los nuevos materiales



A pesar de todos estos precedentes, la arquitectura traccionada también conocida por algunos autores como arquitectura tensil realmente nunca despegó hasta después de la segunda guerra mundial, junto con la evolución de los plásticos. Hasta entonces, nadie había resuelto del todo, el problema dual de desarrollar un material fuerte y a la vez durable, resolviendo los complicados problemas estructurales. Unos cuantos pioneros insólitos hicieron intentos valientes, pero con poco éxito. Frei Otto fue la figura seminal en el desarrollo de arquitectura traccionada (imagen izquierda).



El fue el primero en irse fuera de las simples soluciones geométricas a formas orgánicas más libres que pudieran responder a planes complejos y requisitos estructurales. El secreto del éxito de Otto recae en parte en su estudio sobre el proceso de autoformación de las burbujas de jabón, cristales, plantas microscópicas, vida animal, y sistemas ramales. El encontró que los objetos naturales crean formas que son muy eficientes, desperdiciando lo mínimo o nada y usando un mínimo de material. (En la imagen derecha observamos una de sus maquetas de pantalla de jabón).

Frei Otto nació el 31 de mayo de 1925. Es un arquitecto alemán e ingeniero Investigador responsable en gran parte por la evolución y aplicación de los nuevos materiales y sistemas constructivos con textiles aplicados a la arquitectura ligera. Estudio arquitectura en Berlín antes de ser reclutado en la LUFTWAFFE como un piloto de guerra en los últimos años de la Segunda Guerra Mundial. Se dice que fue colocado en un campamento POW francés y, con su entrenamiento de ingeniería en aviación, falta de material y urgente necesidad para cobijo, empezó a experimentar con tiendas para refugio.

Su red de cable con forma de silla de montar para el pabellón de música en Bundesgartenschau Kassel en Stuttgart le trajo su primera atención significativa. Hizo su doctorado sobre construcciones traccionadas en 1954.

El Dr. Otto es una de las autoridades a nivel mundial en estructuras ligeras y de membranas traccionadas. El ha sido pionero en avances matemáticos estructurales y en ingeniería civil. Su carrera llega a tener una similaridad a los experimentos arquitectónicos de Buckminster Fuller: ambos dieron clases en la Universidad de Washington en St. Louis a finales de los años 50, ambos fueron arquitectos para importantes pabellones en la Exposición de Montreal de 1967, ambos tenían interés en los marcos espaciales y la eficiencia estructural, y ambos experimentaron con edificios inflables. El trabajo de ambos hombres va más allá de los métodos tradicionales de cálculo para las tensiones estructurales de su época.

Fue el Dr. Frei Otto quien fundó el “Instituto para Estructuras Ligeras” en la Universidad de Stuttgart, Alemania en 1964 y lo dirigió hasta su retiro como profesor universitario. Fueron publicados varios libros y documentos llenos con ideas innovadoras y se entrenó a una generación de ingenieros europeos. Así una nueva manera de realizar cubiertas y estructuras más ligeras, adaptables y eficientes comenzó.

El primer proyecto a gran escala de Frei Otto fue el pabellón alemán de 86,000 pies cuadrados para la exposición de Montreal en 1967. En aquel entonces, no había un textil suficientemente fuerte para resistir la tracción requerida para tan grande estructura. Otto diseñó una red de cables intercomunicados para formar la superficie estructural con una membrana de textil que colgaba por debajo de la red de cables. Fue la primera estructura que introducía formas orgánicas y libres de la arquitectura traccionada (tensil architecture).



Algunos de sus obras más importantes incluyen el Pabellón alemán Oeste en la exposición de Montreal en 1967 y la cubierta para la Arena Olímpica de Munich en 1972, considerada por algunos autores como su mayor logro. (Imagen izquierda). Como arquitecto e ingeniero sigue activo, y ha ganado varios premios y medallas por su trabajo.



Los chinos desarrollaron los primeros globos de aire caliente hechos con papel. En el siglo XVIII, textiles ligeros de tejido cerrado hicieron posible el primer globo de aire caliente para pasajeros, y esto llevó a la realización de aeronaves gigantes llenas de gas y los zeppelines del temprano siglo XX. El desarrollo de fibras sintéticas tales como el nylon y técnicas mejoradas de capas aplicadas a éstas, llevaron a una descarga de diseños de globos innovadores, y a la aparición del

primer edificio neumático durante la segunda guerra mundial.

Aunque Frei Otto publicó estudios exhaustivos sobre las posibilidades de utilizar estructuras soportadas por aire, fue Walter Bird quien puso tales ideas en práctica. Walter Bird formó Birdair, quien, junto con Geiger Berger diseñó e implementó varios grandes refugios de estructura soportada por aire. Estas estructuras de aire a baja presión mantenían una membrana de textil en tensión, soportándola contra la presión mas baja del exterior (imagen superior). En este tipo de estructura, la diferencia en la presión puede ser poca y los ocupantes en el interior pueden respirar el aire con seguridad.

Dotando a la superficie de una curva con perfil bajo y reforzando el textil con un tramado de cables de alta resistencia, grandes claros podían ser logrados con una fracción del costo y tiempo requerido para la construcción de una estructura convencional. Aunque, su dependencia en aparatos mecánicos ha demostrado ser problemático y ha llevado a un número perturbante de desinflamientos. Aun así, los inmuebles presurizados abrieron el camino a una mucha mayor aceptación de estructuras de textil y para un nuevo sistema estructural menos, controversial de la arquitectura textil traccionada. Estos sistemas neumáticos siguen siendo estudiados, aplicados y evolucionados.

Las estructuras traccionadas son una de las tendencias mas prometedoras en la Arquitectura contemporánea. Otto se dio cuenta que las formas arquitectónicas y estructurales son inseparables. El justificaba que flexibilidad es una fuerza, no una debilidad. El probó que los edificios grandes a base de textiles traccionados eran posibles, aun cuando los materiales y métodos constructivos necesarios no estaban aun disponibles.

Hoy en día, estructuras de membrana traccionada finalmente se benefician de textiles más fuertes con una vida garantizada que va alrededor de treinta años. Estas proveen una solución más elegante, energéticamente eficiente y económica cada que es necesario librar grandes claros.



El Segundo reto mayor en la ingeniería traccionada fue resuelto por Horst Berger, un Ingeniero Civil. Berger puso las teorías de Frei Otto en práctica y es uno de los principales autores e introductores de las estructuras a base de membranas traccionadas. En 1974, Berger solucionó matemáticamente describir y determinar la forma de una estructura de membrana traccionada. Hasta este rompimiento, las formas traccionadas eran determinadas por la elaboración de maquetas meticulosas que podían ser sumergidas dentro de un recipiente con jabón. Dando un juego de puntos fijos, la película de jabón

naturalmente formaba la forma ideal que trabajaría mejor para la estructura traccionada formando el área mínima de superficie lograda entre estos puntos.

La película de jabón de la maqueta era fotografiada enfrente de una retícula para ser medida y después transferida a un patrón. Hoy en día una computadora puede hacer toda la búsqueda de la forma y el patrón.



Arabia Saudita. Esta estructura masiva acomoda más de 700,000 peregrinos en su camino a La Meca cada año, por el tiempo de un mes. Sus 210 toldos (canopies) con forma de cono cubren 105 acres y pueden resguardar hasta 100,000 personas (imagen Izquierda).



Berger también ayudó a construir la cubierta del Great Hall en el Aeropuerto Internacional de Denver (imagen izquierda). Esta obra maestra traccionada es considerada como una prueba para grandes estructuras de membrana traccionada. Localizada en

un área donde nieva significativamente, vientos extremos y ocasionalmente granizadas severas, su éxito ha silenciado cualquier duda sobre su el uso de membranas para cubiertas traccionadas bajo estas condiciones.

Berger cuenta con proyectos donde ha utilizado membranas traccionadas bajo determinantes climatologicas significativas. En las cuales ha logrado economizar la energía eléctrica debido al los materiales que permiten el paso de un mayor porcentaje de luz natural durante el día.

Además de grandes construcciones, también las tiendas a pequeña escala han evolucionado, debido a ala aplicación de nuevos materiales. El Yome traccionado de Red Sky Shelters marca una nueva era de estructuras con textil traccionado a pequeña escala que pueden ser construidas económicamente, incluso más que los refugios convencionales. Utiliza un mínimo de materiales representando un regreso a la simplicidad de la vieja tienda y un gran paso a sistemas de refugio más prácticos y sustentables.

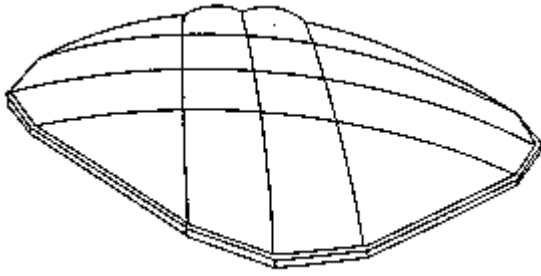


Antes la película de jabón fue utilizada por los pioneros de la arquitectura textil traccionada para encontrar las formas deseadas. Hoy en día el papel que juega la computación en el diseño y construcción de estructuras a base de membranas traccionadas ha substituido estas maneras de diseño. Los métodos y la utilización de la computación en el diseño y construcción de estructuras de membranas señala una guía de metodología general empleada en el uso de procesos automatizados en el diseño, la fabricación y construcción de estas estructuras.

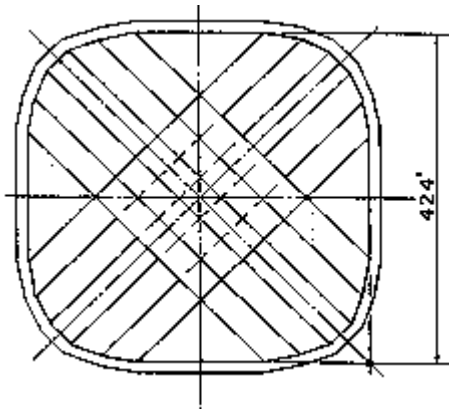
Pocas clases de sistemas estructurales arquitectónicos requieren tanto el uso de computadoras como lo hacen las estructuras de membranas. La forma y pre-stress o pre-esfuerzo de la estructura traccionada son determinadas utilizando técnicas de diseño computarizado donde se puedan apreciar los esfuerzos y con base a eso llegar a la solución mas acertada. Los sistemas estructurales simples y típicos desafían el análisis clásico. El comportamiento estructural es simulado bajo cargas utilizando modelaje con técnicas de cómputo. Los procedimientos para el sistema pre-estresado son determinados con un análisis similar. Finalmente, los dibujos o plantillas son usados para cortar y fabricar la membrana de superficie textil también son generados a base de la computadora.

Estas estructuras cuentan con factores que han dificultado los nuevos métodos de diseño y análisis. Ya que generalmente no son lineares en comportamiento. Típicamente las estructuras físicas muestran una geometría no linear debido a grandes deflexiones en adición al material no linear: La naturaleza de las membranas es tal que mucha de su rigidez es debida a la virtud de pre-estrés inicial en la membrana y sus componentes soportantes. Este pre-esfuerzo es una condición de tensión interna usualmente prescrita por el diseñador para lograr el desempeño deseado de la estructura y debe ser inducida dentro del sistema estructural en su construcción. Para esto el diseñador tiene que tener en cuenta el clima al que la membrana será sometida para una correcta selección del material y capas preferibles para cada caso en específico.

En el caso de las estructuras soportadas a base de aire, el pre-esfuerzo de la membrana es logrado por la forma sinclástica de la membrana con una presión de aire diferencial. La forma más sencilla de una estructura soportada a base de aire puede ser fácilmente determinada como el domo esférico. Asumiendo que el peso de la unidad de la membrana es pequeño con respecto a la presión interna operando, la tensión de la membrana con una presión dada es proporcional al radio de la curvatura de la esfera. Mientras que el análisis de tal estructura, bajo cargas reales de viento no es trivial, tanto el patrón de la membrana como la determinación del pre-esfuerzo son fácilmente logrados sin la ayuda de la computadora. Consecuentemente, no sorprende que la estructura de membrana soportada a base de aire mas ampliamente utilizada hayan sido los domos esféricos de aire construidos por Birdair Inc.

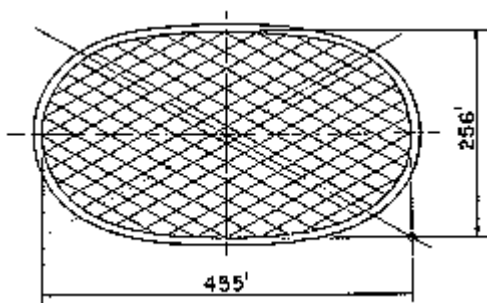


Aunque pareciera incomodo para los ocupantes de las estructuras, la presión no es mayor que aquellas fluctuaciones ordinarias de un barómetro. Usos comunes de estructuras soportadas por aire incluyen estadios deportivos, las burbujas usadas para cubrir canchas de tenis, albercas, y muchos otros refugios temporales (imagen previa).



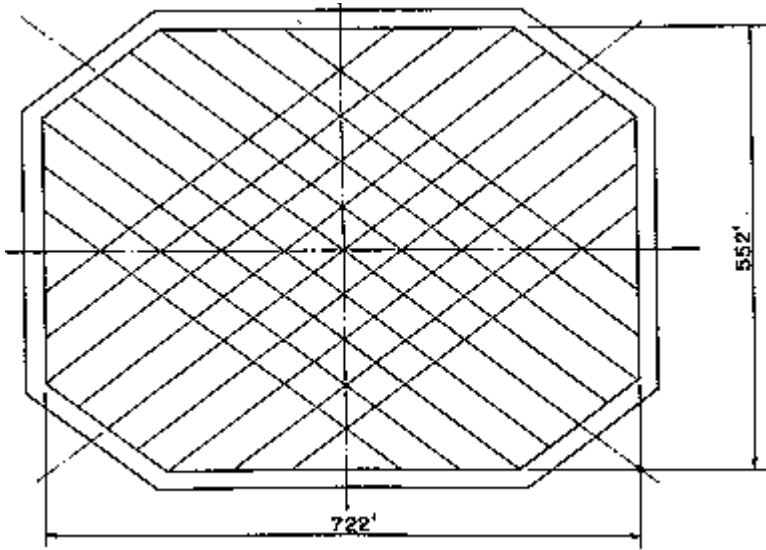
Los dos tipos básicos de estructuras a base de aire son de perfil alto y perfil bajo. El perfil se refiere a la altura y claro de esta. Las estructuras de perfil alto son comúnmente utilizadas para uso temporal o facilidades de almacenamiento y se sostienen por ellas mismas, lo que significa que no tienen cimentación sobre la cual se apoyen. Las estructuras de perfil bajo son utilizadas para librar largas distancias tales como estadios, también son utilizadas sobre edificios más que sobre el mismo piso, utilizados como cubiertas. Esto se debe a las

fuerzas envueltas en el soporte de la estructura. Las estructuras a base de aire de perfil alto son menos comunes hoy en día debido a la reducción considerable de costos en estructuras similares a base de textiles tensionados. En las imágenes que muestran las plantas de estas cubiertas, las líneas diagonales son los cables que mantienen la cubierta abajo.



A continuación se mencionaran algunas de las ventajas y desventajas sobre este tipo en particular de arquitectura textil ligera. Para empezar los costos siempre han favorecido a las estructuras a base de aire cuando se compara con sistemas de construcción convencionales. Cuando se compara con el costo por asiento, la ventaja es más evidente. Además de las ventajas al momento de construcción y se

economiza en el diseño arquitectónico, el cual resulta en un diseño sencillo, elegante y a la vez dramático.

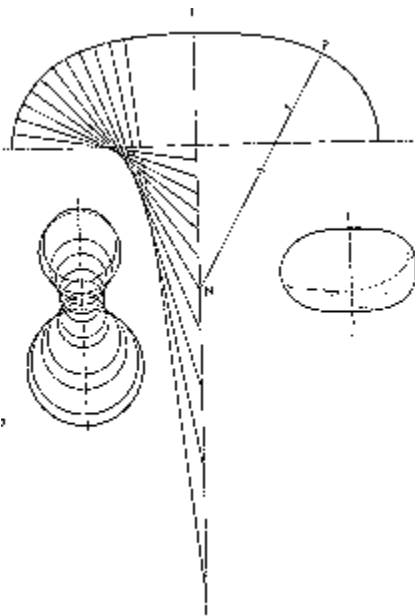


Uno de los mayores problemas con este tipo de estructuras es el desinflamiento no intencional y el costo que esto implica. La causa más común es la acumulación de nieve, y/o estancamiento de agua. En los años pasados el uso de computadoras para detectar cargas y el desarrollo de técnicas constructivas han reducido estos problemas.

La presión de aire es utilizada para soportar y estabilizar este tipo de estructuras. Cuando el aire es presionado ejerce una fuerza

uniforme en todas las direcciones. Esta fuerza es utilizada para soportar el textil. Los cables no soportan la membrana, sino que la sostienen al piso. La membrana es sujeta a los cables en forma de paneles resultando en una membrana híbrida.

La membrana híbrida transmite los esfuerzos del textil a los cables. Los cables son sujetos a un anillo de compresión, el cual resiste las fuerzas que levantan.

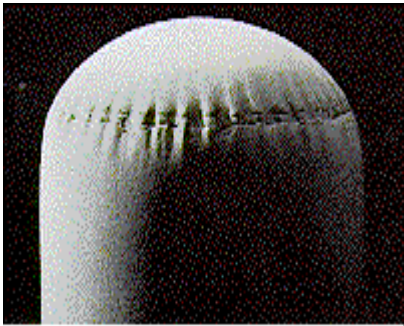


La forma más básica es de perfil bajo ovalada con un patrón de cableado diagonal y un anillo de compresión folicular. El funicular implica que no hay momentos flexionantes en el anillo de compresión. Una forma rectangular con las esquinas modificadas y un cableado de doble sentido mantendrá al anillo de compresión funicular. Sistemas de cableado en un solo sentido en una estructura rectangular modificada producirá momentos en el anillo de compresión. Las estructuras de perfil alto pueden usar sistemas de cableado de uno o dos sentidos o simplemente el textil. La consideración del diseño del textil y almacenaje delimitará el espaciado del cable a un máximo de 14 m.

Existen incontables formas de burbujas de jabón, las cuales se forman a la condición general de tensión uniforme. Este número puede ser

incrementado si las diferencias de esfuerzo son permitidas. De cualquier modo solo una fracción de todas las formas imaginables pueden ser formadas neumáticamente.

Las formas neumáticas son caracterizadas por superficies de doble curvatura. Las superficies en forma de silla de montar y de una sola curvatura son formadas menos frecuentemente que las superficies esféricas. Superficies planas son imposibles de lograr en la práctica actual.



Es obvio que una membrana, formada como se muestra por las líneas punteadas será forzada hacia fuera tan pronto como la presión interna sea aplicada. Por lo tanto, la forma con las líneas punteadas no puede ser formada neumáticamente. Si tenemos un semicilindro hecho de membrana plegable pero sin ser elástica teniendo una tapa plana. Y aplicamos una presión interna en ella, la parte de arriba saldrá hacia fuera, y arrugas aparecerán.

La parte de arriba del cilindro será una superficie de revolución, con ningún esfuerzo circunferencial en la región de las arrugas. La forma tiende a ser esférica. La razón de esto se debe a que los esfuerzos radiales que actúan sobre tal cuerpo son teóricamente infinito, ya que se transmiten constantemente, y esto logra un equilibrio estructural en el elemento.

La consideración de perfiles pequeños en las estructuras no esféricas infladas a base de membranas requiere mejores herramientas de análisis. Tanto la geometría o forma de la red de cables. La cubierta inflable del pabellón Estadounidense en la Exposición de 1970 fue lograda en una computadora digital por David Geiger Associates con ayuda del Dr. Michael McCormick. Se cree que este es el primer ejemplo del uso computarizado para llegar a la forma y realiza el análisis para la estructura a base de membrana. En este caso como con todos los casos anteriores de estructuras infladas por Geiger, las superficies de textil fueron patroneadas a mano, debido a que la geometría superficial de la membrana era lo suficientemente simple que se lograba satisfactoriamente. La primera membrana textil donde se utilizó la computadora para generar las plantillas fue para una estructura inflable restringida por cables utilizada para la cubierta de metrónomo Minneapolis realizado por Birdair.

Las estructuras traccionadas anticlásticas presentan un problema mas difícil. Una variedad de formas complejas pueden ser determinadas con modelos físicos. Como ha sido demostrado por Frei Otto, las superficies mínimas pueden ser creadas utilizando película de jabón. De cualquier modo, ninguna de estas técnicas pueden comunicar precisamente al

fabricador la información de pretensado y geometría superficial necesaria para la fabricación y estiramiento de la forma de la membrana. Esto se hizo un aspecto importante cuando materiales adecuados para estructuras permanentes como la fibra de vidrio con capa de Teflón.

Esta tiene atributos deseados como su no combustibilidad, sin embargo, son significativamente más rígidas que otros materiales comúnmente utilizados en las estructuras traccionadas y requieren mayor precisión en la generación de plantillas. El desarrollo de algoritmos para la definición de la forma de la superficie de las redes pretensadas fue la llave para la exploración general de las membranas en estructuras de escalas significativas.

Hay un número de algoritmos en uso para la determinación de la forma. Los ingenieros de Geiger emplean software basado en el método de fuerza de densidad. El método de la matriz soluciona directamente la geometría de una red general de componentes pretensados. Las técnicas iterativas permiten al diseñador prescribir condiciones pretensadas deseadas para elementos de cable y membrana. Birdair Inc. Emplean satisfactoriamente sus matrices de análisis algorítmicas para definir la forma. Los elementos básicos son dados una rigidez, mecánica baja y una pretensión prescrita. Otro método para encontrar la forma que se usa comúnmente es el método de la relajación dinámica con DAMPING kinética. Este método para encontrar la forma es usado por FTL associates. Estos tipos de software permiten tener al diseñador una ayuda visual a través de la imagen y representaciones de esfuerzos en ella. De este modo el diseñador sabe donde deben ser ajustadas las fuerzas actuantes.

El poder generar formas en una computadora digital dentro de un límite con pretensión preinscrito, guió rápidamente al uso de las computadoras para generar las plantillas. El problema es determinar el patrón para las tiras planas del textil. Conforme la geometría es determinada para una condición pretensada, los patrones tienen que ser compensados forzando al textil. Las tiras de patrones compensadas son usadas para corte.

Muchos sistemas estructurales son endurecidos al estirarlos. Una gran variedad de estos sistemas son suaves al inicio del estiramiento pero comienzan a mostrar su estiramiento una vez que suficiente carga ha sido aplicada. Consecuentemente, soluciones no lineales que anticipan la forma al jalarse han sido empleadas con éxito y pueden acelerar la convergencia en una amplia variedad de problemas comúnmente encontrados. Hay excepciones significantes, tales como una clase de estructuras de tensegridad (TENSEGRITY) las cuales se estiran suavemente cuando la carga es aumentada. El método de relajación dinámica también es utilizado con éxito para el análisis general de problemas geométricos no lineales.

La mayoría de los textiles utilizados estructuralmente y arquitectónicamente muestran un comportamiento no lineal, como una consecuencia de una mezcla de compuestos tejidos. Casi todos textiles utilizados hoy en día son compuestos recubiertos. De cualquier manera, la no linealidad del material es raramente modelada. El comportamiento mecánico de los textiles depende principalmente en las propiedades de tanto el hilado como el tejido. Las propiedades del recubrimiento también tienen un efecto en el comportamiento mecánico del compuesto, aunque de una manera menor que las propiedades de la tela base.

El textil es comúnmente modelado utilizando LST y CST métodos de elementos finitos o una red de elementos de hilo. Ambos de estas aproximaciones al modelado han sido ampliamente usados con éxito aunque cada una tenga limitaciones que atender que el análisis debe de considerar. Mientras que la no linealidad de los materiales textiles típicamente no es modelada, es probable que pruebe ser de ayuda cuando las fallas mecánicas del textil sean mejor comprendidas y utilizadas cuantitativamente en un acercamiento al estado del diseño.

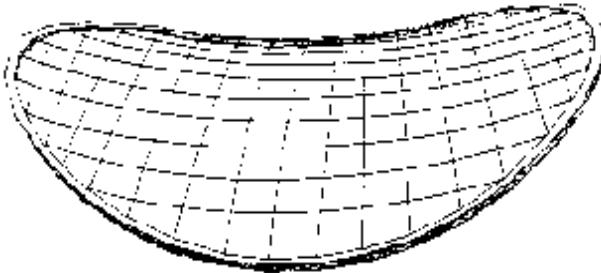
La habilidad de crear, analizar diseñar y fabricar formas completas de membranas ha creado problemas de dificultad a la hora de construir. La tensión es tanto de estas estructuras como son los elementos y la geometría. Un estado pretensado para un sistema estructural puede ser creado sin importancia directa de donde se genere la pretensión en la estructura. Es un problema y una desventaja que este tipo de estructuras requiera el uso de la computación debido a la complejidad de sus ecuaciones diferenciales, pero es una ventaja el avanza tecnológico y la ayuda que proporcionan estas herramientas al diseñador hoy en día.

Se utilizan técnicas de estructuras redundantes para establecer la secuencia de estirar. Es necesariamente asegurar que la estructura alcanzará el estado de tracción deseado. En muchos sistemas complejos de análisis de la secuencia de tensado es necesario asegurar que varios componentes de el sistema no estén sobre estresados durante el estiramiento. La construcción correcta de estos sistemas estructurales no era tan fácil antes del desarrollo del software apropiado y las técnicas adecuadas para la determinación de las secuencias de estiramiento.

Esto fue la llave en la realización de muchas membranas estructurales, incluyendo el Haj Terminal en JEDDAH, el parque y centro atlético LYNDSEY, Calgary Alberta, la techumbre para el pabellón de notario en la exposición de 1986 en Vancouver B.C. y todos los domos a base de cables incluyendo el Florida Suncoast Dome y el sistema para la techumbre del Georgia dome.

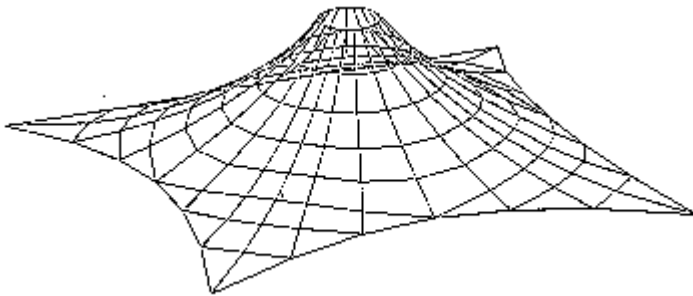
Las estructuras traccionadas consisten principalmente de cables y membranas de textil. Los cables transmiten las cargas gravitacionales mientras que el peso del sistema de piso lo estabilizan los postes y estacas resistiendo al levante del viento. El tipo más común, el domo de cable, consiste de un anillo central de tracción rodeado por un número de anillos que también trabajan a tracción, es decir que son jalados hacia la orilla de la cubierta. Estos están rodeados en el perímetro por un anillo de compresión.

Saddle roof o Silla de montar



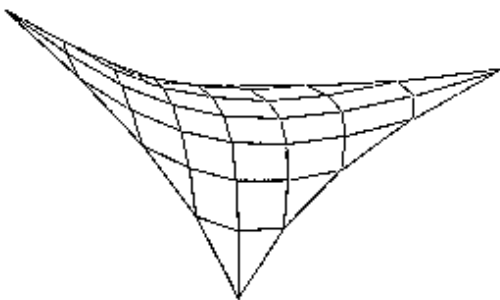
A la izquierda tenemos un ejemplo de un anillo de compresión perimetral el cual esta jalando los cables, tensándolos, pero el acomodo de los cables nos genera la forma conocida como el Saddle roof. Curvaturas que por lo general son parábolas o catearías.

Radial tent o Tienda radial



La tienda radial parte de un solo punto alto, con el perímetro o las orillas jaladas y ancladas hacia fuera, librando un claro mayor con la menor cantidad de apoyos.

Silla Ortogonal Anticlastica



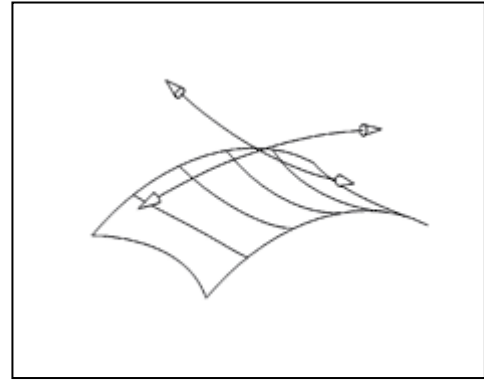
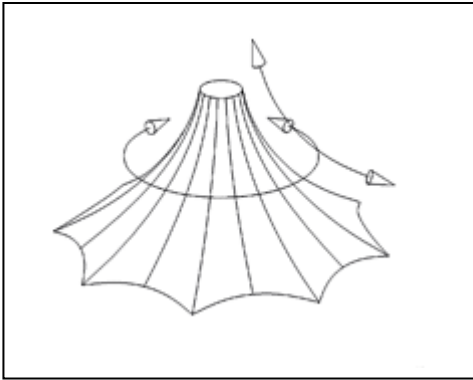
La silla anticlastica parte de la geometría de la silla. Montar.

La silla Ortogonal se genera a partir de una planta cuadrada con dos esquinas opuestas como puntos altos y las restantes dos como puntos bajos.

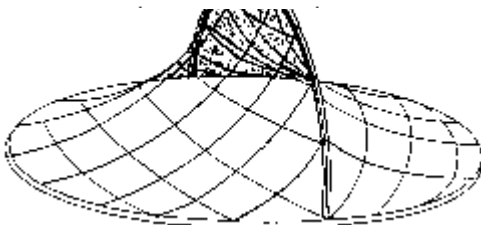
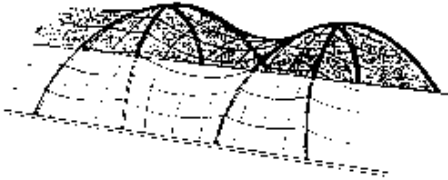
También conocemos esta superficie como paraboile hiperbólico, debido a las hipérbolas que se generan con el traslado de la parábola negativa sobre la positiva.

En la Imagen de la izquierda, podemos observar el clásico Paraboile Hiperbólico, cualquier punto en la superficie de la membrana puede ser contenido por los puntos de las esquinas. Los dos puntos altos reciben cualquier carga hacia abajo y los dos puntos bajos resisten el levantamiento del viento.

Otras formas anticlásticas comunes son este tipo de cono y la forma arqueada.



Casi todos los toldos, son derivados la combinación de uno, o tres de estas formas. La superficie de la membrana adopta un tipo parecido a la característica de doble curvatura.



Existen muchas maneras de generar espacios a través del uso de arcos.

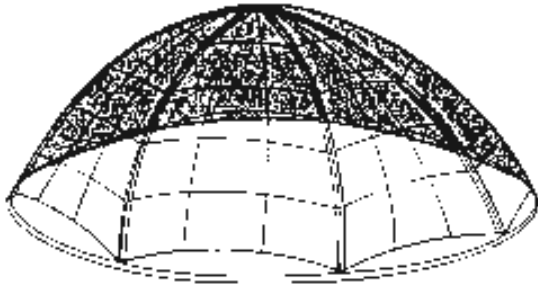
Los arcos no son nada nuevo, de hecho son de las primeras formas generadas por los primeros humanos en desarrollar cubiertas con pieles y huesos de animales grandes, al igual que ramas y troncos.

En la primera imagen observamos una serie de arcos acomodados sobre una línea recta, y una membrana que cuelga de ellas, la traslación de una curva es la manera mas sencilla de generar un túnel, un espacio alargado, además de que la curva gracias a su geometría tiene una mayor resistencia a los esfuerzos de carga verticales sobre ella.

También podemos trasladar el centro de una curva sobre un círculo, como si tuviéramos un compás,

de un modo similar al que se general las membranas radiales.

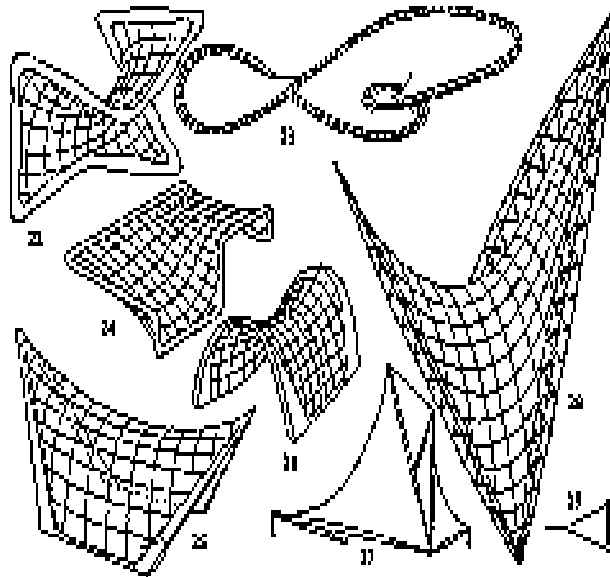
La utilización del arco al momento de generar cubiertas a base de membranas es una buena opción para buscar nuevas formas y encontrar soluciones a distintas necesidades espaciales, por lo general buscaríamos utilizar la menor cantidad de arcos o de material para poder optimizar los recursos obteniendo la mayor de espacio.



El ejemplo de la izquierda es generado a base de arcos también, logrando una forma similar al Modunam I ya mencionado en capítulos anteriores, aunque la estructura no sea acomodada igual.

después de principal del tenemos la superficie ya

Por lo curvos también y referimos como diseño y probar ampliara nuestra alternativas, que mismo, pero de combinaciones. sobrepasar la jugar con ella, no podemos crear el hilo negro, pero si colorearlo de alternativas. Juguemos con las formas y materiales para encontrar soluciones diversas a un mismo problema.



Recordemos que encontrar la geometría elemento estructural, libertad de jugar con la generada.

general los cortes los es a lo que nos relingas. Jugar con el distintas opciones gamma de opciones y en realidad son lo diferentes No podemos naturaleza, pero si jugar con ella, no podemos crear el hilo negro, pero si colorearlo de alternativas. Juguemos con las formas y materiales para encontrar soluciones diversas a un mismo problema.



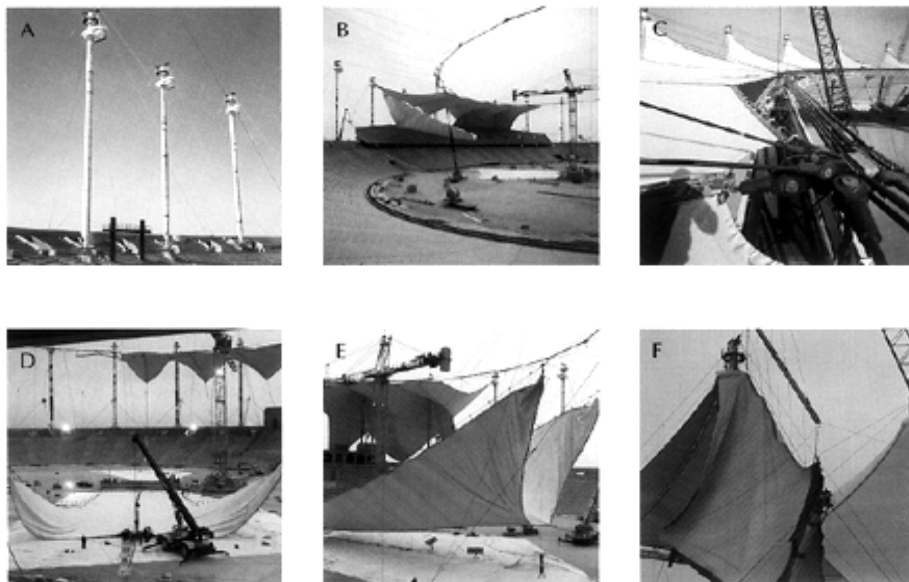
Uno de los problemas que deben ser considerados cuando se diseña con estructuras de textil. Es el tiempo de reverberación tan largo causado por la falta de materiales de absorción, lo cual resulta en altos sonidos para el fondo. El tiempo de reverberación

es el tiempo que tarda en llegar el sonido del emisor o lugar donde se produce al último oyente del lugar. Muchas veces si no se cuenta con materiales absorbentes en la superficie interior de los recintos que utilizan sonido, el sonido rebota y se comienza a encimar, causando ecos y dificultando la correcta audición. El ángulo de rebote es la reflexión enfocada causada por la figura geométrica de la cubierta. Este problema puede ser resuelto colocando material de absorción, estos pueden ser textiles pesados, como son las cortinas.

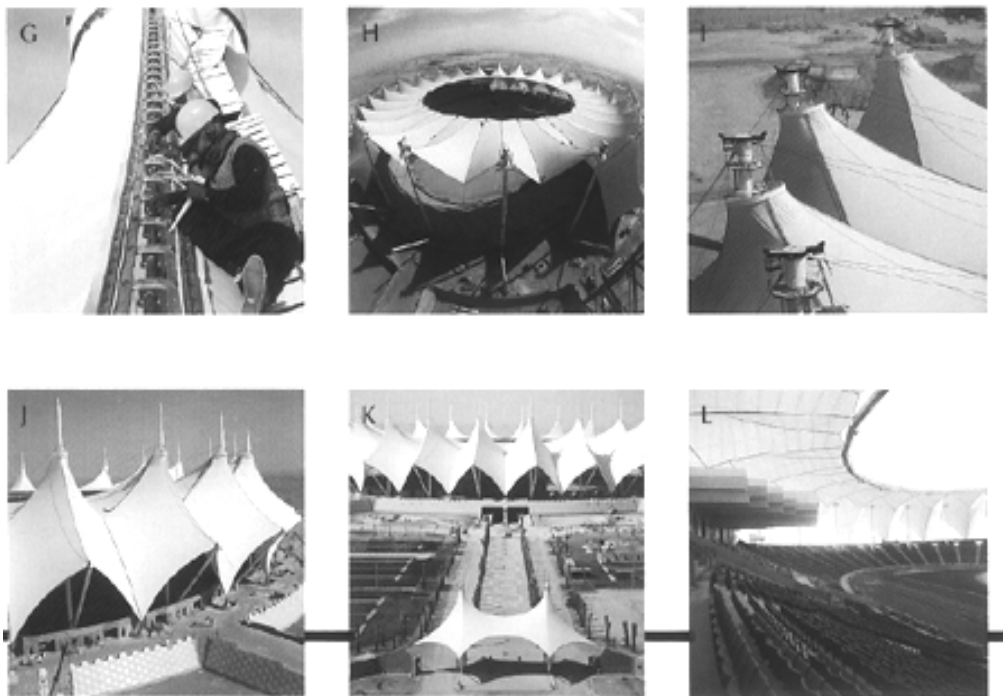
Las propiedades térmicas y solares de las estructuras textiles las hacen más eficiente energéticamente. La traslucidez del textil puede ser variada entre 6 y 13%, permitiendo que el uso de energía eléctrica pueda ser reducido o eliminado durante el día. La capa de teflón para la fibra de vidrio tiene una reflectividad de 70%, lo cual es ventajoso en climas calientes. En climas más fríos, las capas adicionales de textil pueden usarse para insular o para crear espacios muertos de aire que permitan un mayor aislamiento térmico, evitando que se enfríe el interior. En climas calientes puede acumularse el calor en la parte de arriba de la carpa si no se cuenta con una membrana que refleje al sol o absorba su calor reduciendo el tiempo de transmisión hacia el interior.

Los cables están hechos de acero, son económicos, no tan dóciles de encontrar, y tienen una larga vida. Los cables de Kevlar y fibra de vidrio son más fuertes y rígidos, pero son más caros y se degradan cuando son expuestos a los rayos ultravioleta.

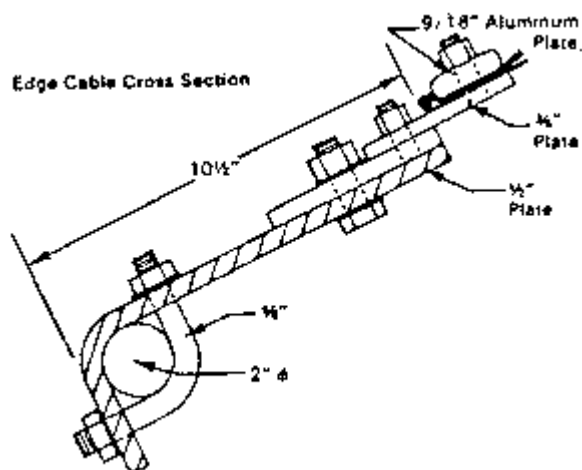
Dentro de la arquitectura traccionada son muy importantes los detalles estructurales de las uniones y saber como va a trabajar cada elemento. También es necesario tener una idea clara sobre el proceso constructivo o de montaje y desmontaje, además de saber un acomodo. En las imágenes siguientes observamos procesos de montaje en el Estadio internacional KING FHAD, realizado por Horst Berger. La finalización de la estructura básica, 24 postes seccionados en tres fueron secuencialmente instalados y colocados en lugar (A).



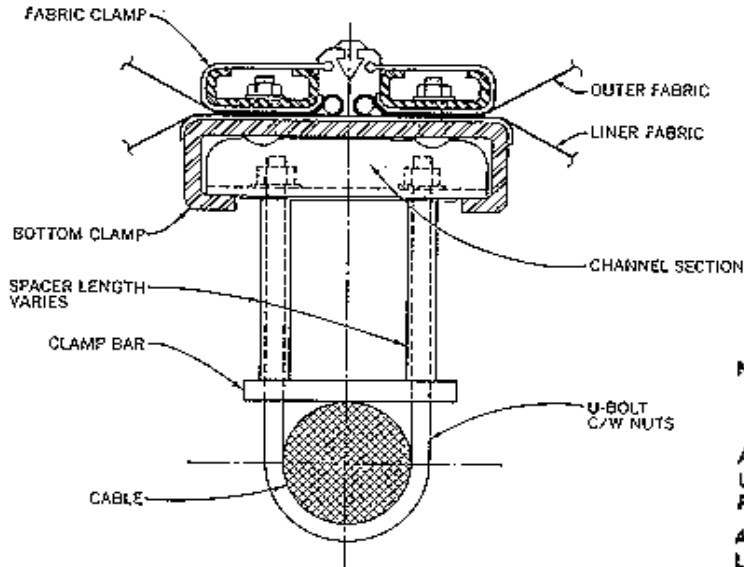
Un anillo central (B) consistiendo de seis cables de 2 5/8 in, fue hidráulicamente levantado en posición 140 ft arriba del campo de juego (C). Los cables enmarcan los paneles interiores de los paneles de membrana (D) fueron recorridos en un sistema de tipo rieles y colocados en el lugar (E). Los paneles exteriores fueron levantados a su posición usando un desplegador de acero y un estirador de 300 ton (F). Los paneles con orillas adjuntas fueron entonces mecánicamente agarrados a los cables (G) para formar la cubierta final (H). Un incremento en la elevación del poste al traccionar los paneles a su geometría según el diseño (I). recubrimientos para el textil en las juntas y pináculos fueron colocados a los mástiles.



Algunos detalles constructivos

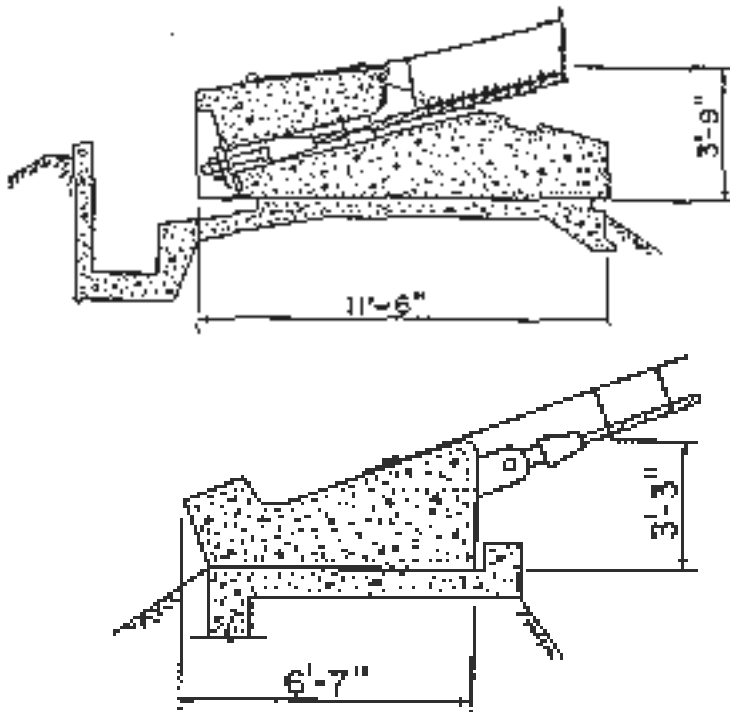
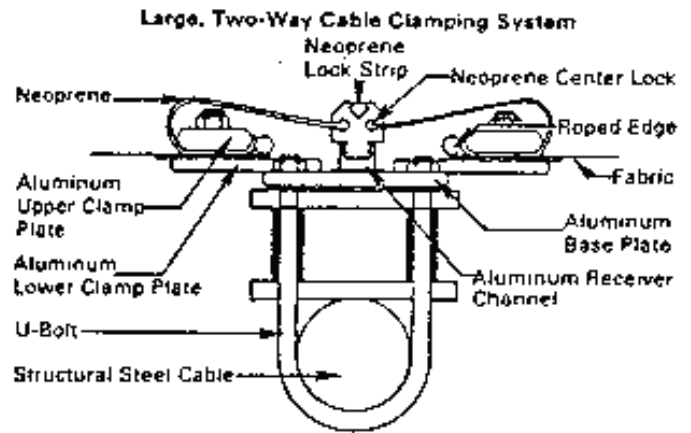


A la izquierda tenemos una conexión del cable perimetral a la membrana.



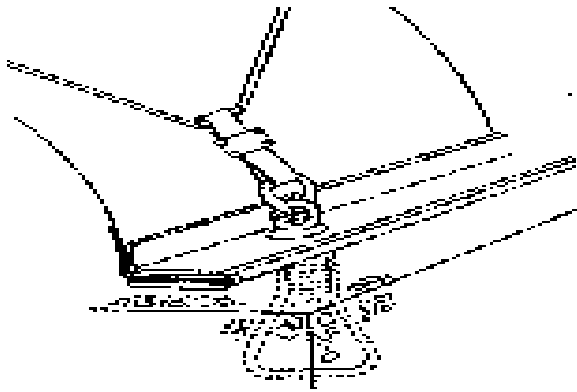
Otra opción para un detalle de agarre de membrana con pinzas de aluminio.

A la derecha observamos un detalle del agarre de la membrana a una pinza de metal o "perro" que va al cable de acero.



En las dos imágenes siguientes podemos ver dos tipos de detalles diferentes para anclajes de cubiertas traccionadas y soportadas a base de aire, aunque también existen anclajes similares utilizados para la fijación de cables en membranas.

Cabe notar el ángulo en que son colocados los anclajes, esto para optimizar la transmisión de esfuerzos sobre el terreno.



Un ejemplo de los anclajes que utilizan las estructuras a base de aire. Tirantes colocados sobre los elementos para prevenir que se levante.

El Textil

Hoy en día la industria del textil tipo lona ha evolucionado considerablemente. Las fibras más usadas para las membranas están fabricadas con fibra de vidrio o poliéster. La fibra de vidrio es fuerte y durable pero se deteriora cuando se expone a la humedad. El poliéster es menos caro pero no es tan fuerte y se degrada cuando es expuesto al sol. La goma de silicón y teflón son usualmente utilizados para recubrir estos materiales y ayudar en su impermeabilidad.

El textil no se hace y transporta en una pieza. Es fabricado por rollos de 1 a 1-80 m. de ancho generalmente. La manera más fácil y común de unir las piezas es la unión estándar de sobreponer. Las dos piezas de textil son encimadas por tres pulgadas y una película de FEP Teflón es insertada entre ellas. Las uniones son entonces termo selladas juntas. Cuando esto está listo, la unión es más fuerte que la membrana, y completamente sellado a prueba de agua y viento.

Las estructuras a base de membranas se basan en dobles curvaturas para poder resistir eficientemente las cargas impuestas. Imaginemos una pieza plana de algún textil. Una carga vertical impuesta por nieve o lluvia solo puede ser soportada por tracción en las fibras horizontales, una imagen aparece en nuestra mente, y vemos la lona colgada, conteniendo el agua.

Pretensar es introducir al todo las fuerzas del jalón durante su erección. La forma de la superficie de una membrana es determinada por la relación del pretensado en las dos direcciones principales de la curvatura. Estas son establecidas en el proceso de la generación de la forma comúnmente con ayuda de una computadora. Los valores absolutos del pretensado son calculados para ser suficientes y mantener todas las partes de la membrana en tracción bajo cualquier caso de carga.

Cualquier carga viva impuesta será tomada por la redistribución de tensiones dentro de la membrana. Si esto resulta en cualquier sección que vaya hacia la compresión, causara que se afloje y entonces aparecerán arrugas en la membrana. Ya hicimos mención de algunos de estos términos cuando describíamos algunas membranas de circos.

De igual manera si el pretensado no es suficientemente alto una carga de nieve podría causar un estancamiento acumulándose nada bueno para la cubierta.

La elaboración de un textil estructural con capas consiste de una base tejida de tela estabilizada y protegida por una capa en ambos lados. La ropa de base consiste de alabeo hebras que corren a lo largo del rollo y la trama de hebras que corren a través de lo ancho. Un textil de malla es una tela con una capa que tiene un espaciado entre los atados de las hebras. Con algunas mallas utilizadas para interiores las hebras son recubiertas antes de ser tejidas.

Un textil estructural típico tendría una fuerza de tracción de 10 toneladas en la dirección de alabeo y entramado. Se utiliza un factor de seguridad de 6 en el diseño para cargas máximas al seleccionar una tela, aunque esto pueda ser reducido si las circunstancias son bien estudiadas y resueltas. Es igual si la fuerza máxima de la membrana son 10 toneladas/metro lineal la carga máxima permisible seria de 1.7ton/metro, y la carga pretensada típica seria de 150 a 350kg/metro.

Todos los textiles se estiran bajo una carga aunque algunos muestran diferentes características con respecto al tiempo. Un textil estructural no se estirara bajo presión una vez que llegue a su pretensión total. Cada rollo de textil es puesta a prueba en una construcción biaxial para medir el estiramiento en cada dirección de las hebras en proporción a la carga derivada de la generación de formas a base de computadoras.

Estas figuras serán usadas como porcentajes de compensación para ser factorizados en el software que genera los patrones. El todo es manufacturado más pequeño de modo que cuando se instale sus dimensiones traccionadas serán correctas.

Para uso externo hay dos opciones principales PVC Cloruro de Poly Vinyl tela con capa de poliéster y PTFE (Poly Tetra Fluor Etileno) teflón tela con capa de fibra de vidrio. La capa de PVC contiene aditivos que incluyen estabilizadores UV, retardantes de fuego, coloro y antifungicidas.

Hay una opción de PVDF protectoro (Fluorinated Polmer) laca que realza la limpiabilidad de la membrana de pvc. Con la versión PVDF no soldable se remueve la laca antes de soldar las costuras. Esto le dará una longevidad de 15 a 20 años comparada a la de 10 a 15 años que da el tipo PVDF soldable.

Aunque un textil de PVC/poliéster tendrá una vida estructural en exceso de 20 años su vida cotizada esta basada en la apariencia visual. PLASTICISERS en el PVC se moverán hacia la superficie sobre un periodo de tiempo haciendo la superficie mas dura de limpiar.

El proveedor francés de textiles Serge Ferrari recubre el textil manteniendo el alabeo y entramado en tracción conocido como el método de PRECONTRAIN. Esto resulta en características de estiramiento más parejo en ambas direcciones de las hebras que un textil convencional recubierto.

Los componentes de PTFE/vidrio son inertes y por lo tanto son la opción natural para estructuras permanentes con un diseño de vida por más de 15 años. Mientras que el nuevo PTFE es un color brillante que se decolora a blanco bajo fuerte luz solar en unas cuantas semanas. Decoloraciones soldadas también desaparecerán en un periodo similar. El periodo de vida anticipado de la membrana es de 25 a 30 años.

Las piezas MESHES están disponibles en PVC/poliéster y PTFE/glass. Son esencialmente textiles para sombra pero una versión de PTFE/vidrio esta disponible con un laminado en ambos lados logrando un textil a prueba de intemperie con una translucidad del 50%.

Otros textiles exteriores son el poliéster con capa de Tedlar y Fibra de Vidrio. Con capa de silicona, actualmente ninguno de los dos es tan técnicamente confiable como los mencionados arriba, para mayor información checar los catálogos de los fabricantes de textiles. Ferrari.

La lona natural es usada donde la textura es importante pero es menos estable que los sintéticos y es mas difícil de limpiar. Un compromiso es usar una lona modificada de acrílico que sea resistente al fuego que tiene una textura similar pero es más estable dimensionalmente. Ninguno es adecuado para toldos de gran claro

Para interiores hay tres textiles principales:

Los Algodones son los más económicos y están disponibles en un amplio rango de colores. Debido a su susceptibilidad a las manchas y encogimiento son idealmente usadas para uso corto o cuando se busca una textura más suave y natural.

Piezas de Fibra de Vidrio con capa de PVC es muy durable y actúa como pantalla. La Tela con capa de poliuretano ls tiene beneficios como durabilidad y una apariencia similar al algodón. La tela con capa de silicona es utilizada por su alta resistencia al fuego y sus relativamente bajas toxinas, pero tiende a atraer polvo.

Todos estos textiles satisfacen el BS476 Parte 7 Clase 1 y Parte 6 clase 0. Lo cual es un requisito normal para acabados interiores que puedan llegar a ser flamables. En algunos casos otros textiles con poca capacidad para el fuego como el pvc/poliéster, CS trevira, licra de algodón y seda han sido aprobados.

Piezas de solo fibra de vidrio pueden ser usadas en pasillos de exhibición cuando las normas de fuego son muy estrictas. Algunos sistemas de plafón requieren piezas abiertas que permitan a los sistemas de riego para incendios operar a través de ellos. Desafortunadamente otros textiles emocionantes como nylon antidesgarre y mylars no satisfacen una medida adecuada para el fuego.

Algo que frecuentemente se pregunta es si los textiles traccionados son adecuados para lugares con mucho viento. La respuesta es sí, mientras el toldo este apropiadamente diseñado y construido. En el análisis computarizado de los casos con diferentes cargas el levantamiento del viento es comúnmente tan grande como la carga viva de la nieve. Un factor de seguridad entre 4 y 6 es utilizado para seleccionar el peso del textil. El detallado de los ajustes y la estructura de alrededor necesita tomar en cuenta las deflexiones máximas de la membrana. Los detalles de las orillas necesitan acomodar las oscilaciones que puedan ser generadas en las extremidades del toldo.

El toldo cónico en Mauritius tiene 32m de diámetro y esta diseñado para experimentar vientos de hasta 150mph. En estas circunstancias extremas una revisión de retensión anual es recomendada. Diseñar para cargas pesadas de nieve requiere mas cuidado, ya que se tiene un riesgo mayor de que se derrita lo estancado .Los perfiles generalmente necesitan estar mas altos y los claros mas cortos.

Textiles con PVC incorporan estabilizadores UV los cuales protegen el color y base de tela que se degrada a un paso más lento, sin embargo, en áreas con alto UV la durabilidad será reducida. Después de 20 años el PVC perderá su flexibilidad y se hará más quebradiza.

En áreas de alta humedad una limpieza regular reducirá el riesgo de crecimientos de hongos en la superficie del textil evitando que se manche permanentemente. Para un diseño de vida mayor a los 10 años en áreas de alta cantidad de luz UV, contaminación o humedad, PTFE/vidrio se convierte en la mejor opción.

El comportamiento contra el fuego de una membrana depende en la tela de base y los detalles de las costuras. Todas las membranas se detracionan bajo altas temperaturas. La velocidad de este proceso depende en la temperatura y pretensión en la membrana.

El poliéster de PVC se moverá lentamente alrededor de 70 a 80 grados y las costuras se empezaran a separar alrededor de los 100 grados. Con 250 grados centígrados la membrana de PVC se ablandará de la fuente de calor creando hoyos de ventilación para el calor y el humo. El PVC tiene retardantes de fuego en la capa de modo que se pueda extinguir solo cuando la fuente de la flama es removida y por lo tanto no producirá gotas inflamadas. Con textil PTFE la base de vidrio soporta temperaturas hasta los 1000 grados c y los orificios están limitados a las uniones de costuras fallidas que se apartan en aproximadamente 270 C.

El efecto de red en un incendio puede ser benéfico, ya que la mayoría de los diseños de toldos forman una reserva de humo la cual puede dar suficiente tiempo para escapar, y cuando esté suficientemente caliente se ventilará por ella misma con una costura fallida.

El trabajo del acero es crítico, debe soportar suficiente de modo que una falla parcial de la cubierta dañada no causará el colapso de la estructura. El diseño debe considerar el humo generado por la membrana utilizada. El textil OTFE usado internamente puede requerir sistemas de riego o extracción mecánica para reducir la producción de humos tóxicos en temperaturas mayores a los 400 C.

Una sola capa de, ya sea, Poliéster PVC o fibra de vidrio PTFE con un peso típico de alrededor 1200gm/m² tiene un valor U de aproximado 4.5 W/m²k. Con respecto a esto, es muy similar al vidrio así que una capa doble con un espacio de aire de 200mm dará un valor U de 2.6 W/m²k.

Suspendiendo una tela en el espacio de aire se puede disminuir al valor U para satisfacer cualquier código de requerimientos, pero obviamente, se pierden beneficios de traslucidad.

Como se esperaría, en condiciones de clima frío la condensación es probable que ocurra con cubiertas que tapen un espacio caliente sellado. El diseño de las partes del techo y el detalle de las orillas pueden minimizar los problemas. La ventilación puede reducir el

riesgo pero, si se requiere más, será necesario incorporar una segunda piel y posiblemente una tela térmica adicional.

Es recomendable el control del flujo de aire en los espacios de aire para lograr un mayor control del clima. Un espacio de aire sellado es mejor para la insolación en invierno y una buena corriente de aire en verano ayudará para el enfriamiento. El diseño de las techumbres especialmente con formas cónicas puede hacer uso del efecto de ventilación de apilamiento pasivo con ventiladores utilizados para aumentar el desempeño si es necesario.

Una sola membrana de textil es virtualmente transparente para disminuir la frecuencia de sonido debido a su baja masa. Una doble piel con una tela acústica entre capas dará como resultado la absorción requerida. Los tiempos de reverberación pueden ser reducidos exitosamente con forros de textil traccionado con tela acústica atrás de cada pared montada o colgada en alambres.

A diferencia de vidrio o paneles quebradizos el textil es altamente resistente al daño causado por el impacto directo de objetos. Sin embargo, es susceptible a objetos filosos o puntiagudos.

Las pequeñas cortadas pueden ser reparadas con parches pegados. Los rasgados más grandes puede que necesiten reparación especializada con soldadoras portables de aire caliente. Si una reparación invisible es requerida entonces la membrana puede necesitar ser removida y un panel de reemplazo insertado en el armado.

Los solventes de graffiti pueden dañar las lacas de PVC por lo que debe ser evitado. Los textiles PTFE son altamente resistentes al abuso y las pinturas no se adecuaran a la superficie. La solución sensible es para diseñar el problema tanto como sea posible poniendo el textil fuera de alcance y detallar los mástiles de acuerdo para minimizar el riesgo de trepar.

En áreas vulnerables un toldo modular fácil de deslizar puede ser una precaución sensible para minimizar los costos de reemplazo. Algunas estructuras tales como las paradas de camión en lugares muy expuestos son probablemente inadecuadas para el uso de membranas. Las ventajas sobre los toldos de vidrio son que los objetos aventados tienden a rebotar de un toldo de textil y los aspectos de salud y seguridad con respecto a pedazos de vidrio que caigan son resueltos.

Las estructuras más pequeñas pueden ser limpiadas con cepillos de mano y agua jabonosa. Para las membranas más grandes se requiere personal equipado con cuerdas y asegurados a los puntos altos o atravesar de un lado a otro la membrana con un sistema de seguro utilizando cepillos y mochilas llenas de agua o lavadores a presión.

Cada estructura tiene su propio manual de mantenimiento que describe los procedimientos de reparación y de limpieza. Idealmente los toldos deberían de ser limpiados anualmente pero el textil PTFE de fibra de vidrio sería la opción preferida si la limpieza no es posible o impráctica. Esto es porque tiene una superficie inherente, por lo que resulta más difícil que se le adhieran cosas que la contaminen y permite que la lluvia limpie la mayoría del polvo.

Al PVC crudo es fácil que se le adhieran contaminantes así que todas las membranas son tratadas con lacas resistentes al polvo. La limpieza cuidadosa mantiene la vida y apariencia óptima de la membrana.

El proveedor del textil puede dar una garantía de 5 a 10 años cubriendo la fuerza estructural y la integridad del textil. El subcontratador especialista puede pedir una garantía colateral de diseño.

En el despacho Architen están presentando una garantía extendida de la estructura completa en conjunto con un contrato de limpieza y mantenimiento. Se recomienda que algunas estructuras tengan inspecciones anuales para asegurar la integridad de cada componente crítico.

Los toldos caen en dos grandes categorías:

Los que transfieren cargas traccionadas en las estructuras articuladas y

Las que contienen cargas traccionadas dentro de su propio marco.

El primer tipo puede generar grandes cargas laterales las cuales pueden resultar en la necesidad para reforzamiento adicional en las estructuras existentes.

De la misma manera, un toldo tipo, ligero con mástiles y amarres de cable al nivel de piso, generalmente necesitará grandes cimientos de concreto o atornillar anclas para resistir las cargas del jalón. Como parte del proceso del diseño preliminar un análisis de carga provisional es derivado de un modelo computarizado el cual dará las direcciones y el tamaño de las cargas de diseño.

La orilla de la membrana cae en dos categorías:

Orillas Curvas. Esto generalmente consiste de un cable deslizado a través de una especie de bolsa en la orilla de la membrana que sirve de guía. En toldos mas grandes los cinturones para amarrar son añadidos paralelamente a la orilla para recibir las cargas perimetrales. Un detalle alternativo utilizado para toldos de PTFE es tener un cable

expuesto y conectado a la orilla con abrazaderas a la membrana por una serie de placas de acero inoxidable.

Orillas rectas. La membrana tendrá una orilla de BEAD KEDAR formada por el sellado y de aluminio atornillada directamente a la pieza estructural de acero o deslizado en riel de aluminio de extrusión.

Los toldos pueden ser traccionados hidráulicamente subiendo el mástil con la base siendo colocada en una base de arena o el mástil puede ser extendido con una sección telescópica.

Las esquinas pueden ser jaladas y emparejadas con tornillos, tornillos de U o acortando el perímetro del mástil para amarrar los cables. Los SCALLOPS individuales pueden ser traccionados acortando la orilla del cable donde los SAWGED STUDS se conectan a la placa de la membrana. Un detalle muy común es el jalar los paneles en rieles paralelos LUFF y traccionarlos jalando la placa de la esquina que se desliza adentro del riel LUFF.

La arquitectura móvil ha sido una parte fundamental dentro de la historia de los imperios, los gigantescos ejércitos que se disputan la vida por conquistar o ser conquistados tenían que contar con alguna especie de refugio contra la intemperie, y también para poder reponer sus energías para la próxima batalla. Dentro de estas aldeas militares móviles también podemos notar la versatilidad de las tiendas, ya que además de ser dormitorios podemos encontrar enfermerías, o almacenes de provisiones según sean las necesidades. Uno de los imperios mas significativos en este sentido fue el imperio romano el cual se extendió a partes remotas de Europa, Asia e incluso África, teniendo que recurrir a la arquitectura móvil, y a su vez perfeccionarla según las necesidades climatológicas, debido a la diferencia tan extrema del clima, como en frío intenso en el norte de Europa y el calor de África.

Todas las ventajas previamente mencionadas, hacen que las estructuras a base de membranas hoy en día sean por demás superiores a las antiguas, y en ocasiones a las estructuras convencionales. Gracias a la versatilidad de sus sistemas constructivos, y formales pueden ser utilizados en una amplia gama de edificaciones fijas, y también en la arquitectura ligera.

V. El Circo

La historia de los circos se remonta a la época de los hipódromos de la Grecia antigua, cuando, para conmemorar el regreso de los guerreros, el pueblo se reunía alrededor de un espectáculo en el que se presentaban diversos números circenses, pero fue con el Imperio Romano cuando esta costumbre tomó impulso. En las ciudades romanas se tenía un interés y se le daba importancia a los edificios de carácter público, destinados a satisfacer necesidades ciudadanas relacionadas con los negocios, espectáculos y el deporte.

Es común encontrar estos edificios situados en el foro, como ocurre en Roma, donde se distinguen diversos foros (el de César, el de Augusto y el de Trajano, este último, edificado por el arquitecto Apolodoro de Damasco, a principios del siglo II d.C.) En la imagen de la derecha vemos un isométrico de cómo se pudo haber visto un circo tipo, nótese su planta alargada de modo a servir como una pista para carros de carreras jalados por caballos.



Para la vida social tenían las termas, que eran grandes complejos arquitectónicos con baños de diferentes cualidades y calidades (baños fríos, templados y calientes; sala de vapor y otras muchas dependencias para la cultura, el higiene y el solaz recreo). Destacan entre las principales: las Termas de Domiciano, las de Termas de Caracalla y las Termas de Diocleciano; todas ellas en Roma.

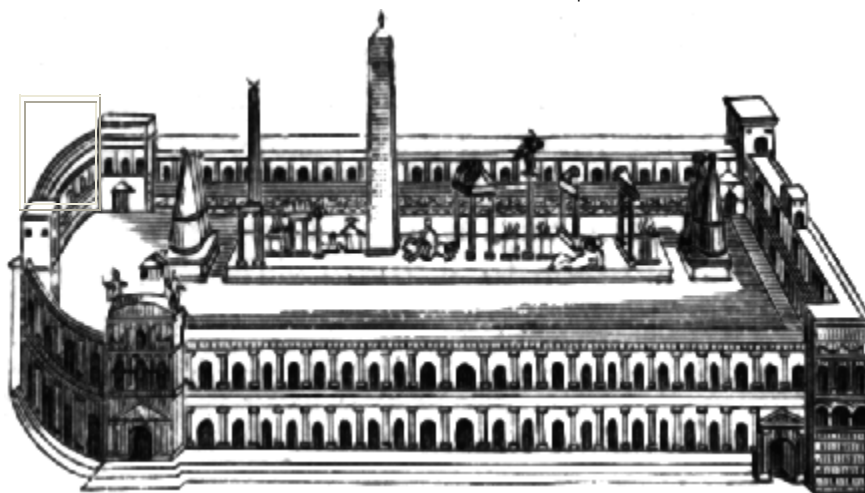
Como ya mencionamos en las ciudades romanas tenían gran importancia los espectáculos, requiriendo cada uno de ellos un edificio específico. El teatro inspirado en el griego, era totalmente construido y raramente aprovechaba los declives del terreno. Sus elementos eran los clásicos griegos: orquesta para las evoluciones de los actores (de planta semicircular), la scaena o escenario arquitectónico tras los que se encontraban los camerinos (choriga) de los actores y, por último, la cavea o graderío, también semicircular y dividida en sectores. Los más importantes son el Teatro Marcelo, en Roma, construido en tiempos de Augusto y en el que aparecen superpuestos los órdenes arquitectónicos en su fachada; en España destacan los Teatros de Mérida y Sagunto. Aunque no son los únicos inmuebles relacionados a lo que los romanos denominaron "circo".

El anfiteatro era el lugar donde los romanos acudían a ver los combates mano a mano entre gladiadores o entre estos y animales salvajes; el anfiteatro tenía una planta ovalada. La depresión que se observa en la zona central estaba destinada a las “carceres”, donde se escondían las fieras y los gladiadores que luego salían a la arena mediante diversos “trucos” escénicos. Esta zona estaba recubierta de un entarimado y una capa de arena. A diferencia del anfiteatro griego, este era utilizado para algo más que teatro.

Los anfiteatros, destinados a las luchas de animales, de gladiadores o Ejercicios circenses disponían de una planta ovalada con arena donde se realizaba el espectáculo, rodeada por una cavea o gradería. En realidad eran dos teatros unidos por la escena, de donde se deriva su nombre de anfiteatro. El más antiguo era el Anfiteatro de Pompeya (año 80 a.C.), pero el más famoso, es el Coliseo de Roma, iniciado por Vespasiano y terminado por Tito en el año 80 de nuestra era. Este último, cuenta en cada uno de los tres pisos, con un tipo de orden arquitectónico, característica que en cierto modo diferencia la estética romana de la griega.

Como es bien sabido, los romanos eran muy aficionados a practicar la lucha. Para ello disponían de recintos cuadrangulares rodeados por una hilera de columnas, conocida como Palestra. Pero el inmueble dedicado al circo es el antecedente a los grandes recintos de entretenimiento hoy en día.

El circo romano era, realmente, un lugar preparado para las carreras de carros. Su forma era alargada y en los extremos se situaban dos postes o “metas” en torno a las cuales debían girar los carros y/o caballos. Por fortuna, hoy en día en muchas partes de Europa y Asia subsisten vestigios o ruinas de circos romanos, como el de Tarragona (España). El mejor conservado en Roma es el construido en la época de César, llamado Circo Massimo.



De algún modo los anfiteatros, palestras y circos son el antecedente arquitectónico de lo que los romanos denominaron "circo", y el cual a su vez, al igual que los otros, son los ancestros arquitectónicos o primeros antecedentes de lo que ahora son los estadios, autodromos, velódromos, hipódromos, salas de box, salas de música, cines y construcciones de carácter pública relacionadas con el entretenimiento y requisitos espaciales con mayor capacidad de espectadores.

Aunque el circo no siempre fue magia, risas y alegría. El ser humano por naturaleza siempre ha querido expresarse de distintas formas, desde la pintura y escultura hasta el teatro y la danza. Todo lo que se refiere a la excepción corporal esta estrechamente relacionado con las artes escénicas, y aunque en algún momento fueron parte de lo mismo, poco a poco se fueron separando y convirtiéndose en especializaciones de las artes corporales, tales como la danza, el teatro, la gimnasia y lo que ahora conocemos como circo. Sin embargo el circo romano original difería mucho de lo que ahora es, llevando como sinónimo el triste concepto de entretenimiento a base de la muerte de sus participantes (peleas a muerte contra animales o gladiadores, como en las películas). Afortunadamente la palabra "Circo" hoy en día tiene una connotación más alegre, más llena de vida y de energía; en la cual el ser humano es el papel estelar de un mundo donde lo mágico e increíble es posible; de un mundo donde los límites de las utopías y los sueños no se logran ver, un mundo donde la imaginación y la creatividad son los principales elementos de la diversión.

El circo es una tradición milenaria, en la que se conjugan música, danza, colores y magia, y que se estrellan contra la percepción humana, formando un deleite a los sentidos. El espacio se convierte en el lugar perfecto para interpretar y encontrarle alegría al existir, para darle paso a la risa y disfrutar de los brincos increíbles y mortales en el aire, ver al ser humano desafiar leyes de gravedad, sorprendiéndonos con movimientos y cuentos increíbles. Un mundo de payasos, malabaristas, animales y domadores, trapecistas locos, y magos o faquires, entre mil cosas más.

El rápido avance tecnológico en las últimas décadas y el fácil acceso a medios como el Internet, ha dado la facilidad de poder difundir y adquirir información. Hoy en día muchos circos ya difunden su arte a través de este medio.

El circo, con sus expresiones más comunes (gimnasia, trucos de magia, malabarismo, elefantes y monos, coloridos payasos, música, danza, e incluso teatro) es, sin lugar a dudas, uno de los lugares preferidos de los niños y, también de los grandes, que despliegan allí sus sueños e ilusiones infantiles. "El circo también representa una importante parte de la cultura humana, una noble empresa construida a lo largo de muchos siglos, prácticamente desde que el hombre empezó a registrar sus hazañas, sus descubrimientos, sus ideas, sus creencias, en fin, su cultura" (Eduardo Murillo en Janét al, 1994: 35).

“Antes de seguir, conviene mencionar que la acrobacia, así como el malabarismo, el contorsionismo, y otras prácticas corporales que actualmente se asocian al universo circense, son expresiones humanas anteriores a los propios conceptos de Circo o de Artes del Circo” (CNAC, 1998: 40).

Como ya se menciono anteriormente, la “cultura corporal” conformaba un todo, un núcleo común que abarcaba todas las prácticas corporales y que paulatinamente a lo largo de los siglos posteriores fue dividido en “especialidades”, tales como el Circo, la Danza, la Gimnasia (deporte), el Teatro, etc. Esta “divergencia” marcó el desarrollo de cada una de estos sectores artísticos.

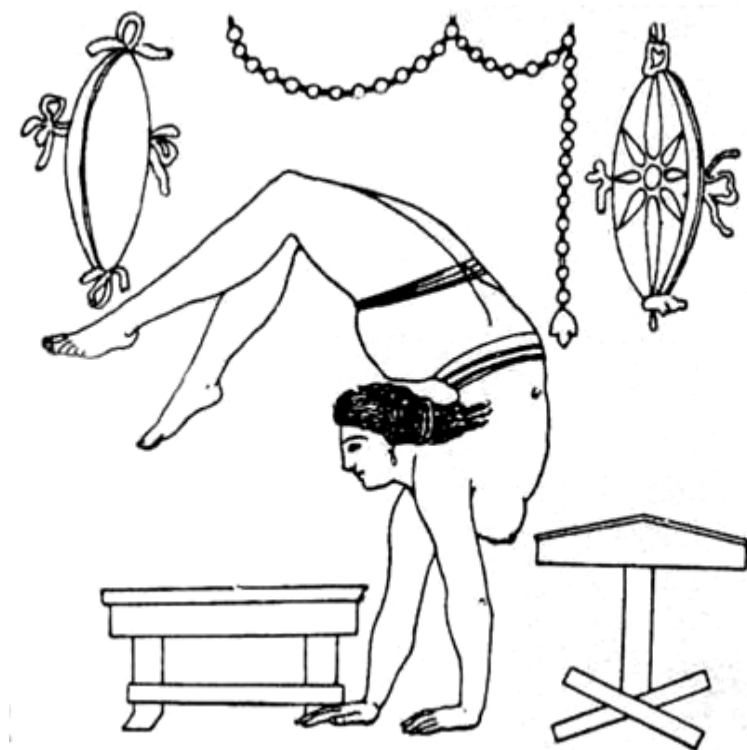
Nuestro primer paso por la trayectoria histórica del Circo, se remonta el legado cultural dejado por algunas de las civilizaciones antiguas, desde el oriente lejano (China, Mongolia, India, etc.), hasta el occidente próximo (Grecia, Roma, Egipto, etc.). En estas sociedades, aproximadamente 3000 años atrás, algunas de las actividades que hoy relacionamos como parte del contenido circense (como la acrobacia, el contorsionismo o el equilibrismo) tenían una utilidad altamente relacionada con la preparación de guerreros, con los rituales religiosos y con las prácticas festivas (Viveiro de Castro, 1998).

De acuerdo con los antropólogos Blanchard y Cheska (1986: 67), la práctica de la acrobacia se remonta a la cultura mesopotámica, con un pasado de más de 3000 años. En ese momento, según estos autores, el acróbata competía “consigo mismo, con las fuerzas de la naturaleza y con sus propios compañeros de tribu” (op. cit.: 87).

Paralelamente en China, como informa la Federación China de Gimnasia (FCG, 1986: 2), el “arte acrobático” o simplemente la acrobacia “tiene una historia milenaria”, superior a los 2000 años conforme comprueban los hallazgos arqueológicos. Según los apuntes de David Marfil (2004), unas de las pruebas más antiguas de la existencia del circo es un “graffiti” encontrado en el Egipto en la tumba de Ben Hassan con fecha aproximada de 2040 a.C.

Tal y como señalan De Blas y Mateu (2000), en el oriente antiguo (3000 años atrás aprox.), los malabaristas y acróbatas ya viajaban juntos en “troupe”, es decir pequeños grupos, utilizando todo tipo de objetos, tales como armas (instrumentos típicos de las artes marciales), juguetes infantiles (diábolo, bastón del diablo), utensilios domésticos (jarrones de porcelana), que lanzaban y recibían con diferentes partes del cuerpo.

Imagen de abajo: Pintura griega que muestra un pulsador (equilibrista sobre manos) de origen milenario. Foto tomada de libro La fabulosa historia del circo mexicano



Por otro lado, en Grecia, los gladiadores en su búsqueda particular por demostrar gran fuerza, realizaban juegos malabares con objetos de gran porte (en su mayoría pesados), como las ruedas de los carros, por ejemplo. En la cultura griega, y en otras del mismo período, las mujeres también "malabareaban", como se puede apreciar en algunas ánforas y jarrones griegos o en los grabados de las tumbas egipcias. Además, en otras civilizaciones antiguas, como la China y otras de América Central y del Pacífico Sur, las mujeres también participaban de este tipo de actividades, como bien ilustra el famoso caso de las Islas Tonga (Pacífico Sur), donde las niñas

(solamente mujeres) hacían, y todavía hacen, malabarismos con grandes nueces denominadas "tui tui", y donde el éxito de su acto malabarístico tiene consecuencias sociales importantes, respecto al matrimonio, a las posibilidades de ascensión social, etc. (op. cit.). Con los primeros viajes a América llegaron noticias de las costumbres indígenas, como en el caso de los aztecas, especializados en el antipodismo (malabares con los pies) y eso sin mencionar también el uso de la cadera en el conocido juego de pelota del área mesoamericana.

También están los Shoshoni del Sur de California, donde los malabares hacían parte de los juegos de los niños como por ejemplo en carreras de velocidad mientras manipulaban tres pelotas.

Según el diccionario de la Real Academia Española (1992: 480), circo era "el lugar reservado entre los romanos para algunos espectáculos, especialmente para las carreras de carros y caballos. Tenía comúnmente la forma de paralelogramo prolongado, redondeado en uno de sus extremos, con gradas alrededor para los espectadores". En algunos casos, tristemente con sangrientos duelos a muerte que amaba la gente.

Tras la decadencia de estas civilizaciones antiguas, principalmente las occidentales, las artes corporales (teatro gestual, danza, gimnasia y circo) se "eclipsaron", perdiendo su interés entre la población. Posteriormente, en la Europa de la Edad Media, las artes corporales empezaron a recobrar su espacio, volviendo poco a poco a la realidad ciudadana. Pero fue en el Renacimiento, cuando los artistas circenses volvieron a tomar los pueblos, las calles de muchos países europeos, ampliando el status social de dicha cultura. De acuerdo con Soares (1998: 55), el circo en el renacimiento "deslocava os habitantes das vilas e cidades das rotinas binarias do trabalho e do descanso", consolidando en una práctica que rompía con el orden institucional, divergía del concepto utilitario y visaba sobretudo "a diversão", la risa descomprometida de la función educativa, buscando encantar y entretener el público. Era un arte del entretenimiento.



En este período las "troupes de saltimbanquis", ya incluían en sus espectáculos la música, el baile, los cuentos populares, las narraciones épicas, los títeres, además de las habilidades clásicas como la acrobacia y los malabares (De Blas y Mateu, 2000)¹.

En este momento imperaba una forma "libre" de exploración de las posibilidades corporales (Annie Fratellini en Unesco, 1988: 27). En muchos pueblos se llegaba a acoger a los artistas itinerantes, ofreciéndoles un lugar para presentar sus espectáculos, como atracción de los acontecimientos públicos importantes. De forma lenta, pero sólida, se pudieron formalizar itinerarios, caminos por los cuales miles de artistas solían pasar durante todo el año.

Notas:

1 - Villarín García (1979: 142), relata que la entrada de artistas titiriteros, acróbatas, "jugadores de manos", amaestradores de animales, en fin, de las primeras personas que dieron origen al circo español, a partir del año 1100 provenientes del norte de Europa. Según el autor, la simplicidad de la vida en el pueblo y en las pequeñas villas, provocaba el "asombro" con las performances de estos artistas itinerantes.

2- Estos itinerarios, se asemejan con los "circuitos" de festivales y concursos circenses que existen en la actualidad europea.

EL CIRCO ANTIGUO por Marco Bortoleto

(Adaptado de BORTOLETO Marco y CARVALHO Gustavo (2004): Reflexões sobre o circo e a educação física. Revista [\[Corpoconsciência\]](#), Faculdades Integradas Santo André (FEFISA – SP – Brasil), n. 11, enero.)

Posteriormente el desarrollo y complementación de lo que es el circo en nuestros días se fue dando con el paso del tiempo recurriendo a las membranas o tiendas para poder satisfacer la necesidad de cobijo debido a la vida itinerante, viajando en comunidades, que se asentaban y convertían en una aldea instantánea, que siempre mudaba. En el siglo XX las carpas llegaron a tener dimensiones monumentales, capaces de albergar en algunos casos miles de personas.

Hoy en día la tendencia en el circo se enfoca en la habilidad del ser humano, denominado como el circo moderno, evitando a los animales. Los circos contemporáneos han recurrido a una fórmula mágica en la que los ingredientes son la mezcla del circo, el teatro, la danza, la gimnasia y todo lo que pueda darle la riqueza imaginativa, y la delicadeza en las formas de ejecución. En el circo tradicional hacen que tú te sientas parte del espectáculo, no solo juegas el rol de espectador, sino que abren las puertas de tu imaginación hacia el escenario y así poder tener una proyección de los actores esenciales, hacia tú persona.

“Podríamos intentar establecer algunos parámetros que han conformado el circo tradicional acudiendo a la documentación existente desde finales del siglo XVIII, al lado de los que intervienen en los circos a partir de la década de los años 80. De este modo el circo tradicional cuenta con diferencias a lo que es el modelo del circo actual. En el circo clásico, los números se suceden sin relación entre ellos, sin continuidad argumental, siendo el jefe de pista el que los va presentando. En el circo actual se trabaja sobre un guión con continuidad teatral en el que el hilo conductor viene dado por un personaje o por la propia sucesión de las imágenes circenses.”

La fabulosa historia del circo en México, Julio Revollo Cárdenas,

Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 2003

Escenología A.C. 2003 México

Se busca regresar a la esencia del circo que habla de alegría, el que cree en los sueños. Generando sonrisas en su mundo, la realidad y la fantasía se mezclan cautivando al espectador y haciéndolo sonreír o imitar algún gesto involuntario, donde sentirse feliz es un hecho real, y mil sensaciones y sentimientos mas pueden lograr que los sueños sean liberados y percibidos. Un lugar donde las creencias, mitos, fantasía, sueños, emoción, y expresividad definen un espacio, y todo es transportado a otro lugar, aunque sea solo por una función.

Una vida llena de emociones y, al mismo tiempo, una vida precedida por una lucha constante, la gente del circo viaja de un lugar a otro, sin importarles la inestabilidad, en este caso se exterioriza la gran tradición familiar de la que están dotados. Toda una vida viajando

ininterrumpidamente con el único objetivo de conseguir hacer reír, fascinar a los demás, y porque no llegar a ser el mejor.

La recompensa más esperada a una vida llena de esfuerzo y dedicación es contemplar a un público ilusionado, ensimismado, metido de lleno en el argumento de la representación teatral, es tanta la expectación, que la gente que se encuentra en la carpa, se desconecta del mundo real y da rienda suelta a su imaginación. Una proeza que estimula, augura y promete mantener vivo un mundo de fantasía, y una conexión con nuestro lado humano a través de las artes escénicas.

En el continente americano se mencionó anteriormente, algunos grupos nativos de América también contaban con manifestaciones de las artes corporales, al igual que de entretenimiento y ritual. Después de la colonización algunas de las disciplinas fueron adentrándose en América.

Hoy en día existen algunas escuelas de circo en Sudamérica, donde los mayores exponentes de circo son Argentina, Brasil, y Chile. En México no se cuenta con escuelas de circo como tales. Cuba, Estados Unidos y Canadá también figuran en los países americanos con escuelas de circo y que tienen exponentes de nivel internacional.

Información sobre el circo en América obtenida de http://www.circoservian.com/historia_del_circo/

En México el circo al igual que en otros lugares del planeta es un modo de expresión que no requiere de lenguaje y que aun así puede comunicar tanto y convertirse en un puente entre culturas, donde se pueda dar lugar a un intercambio enriquecedor de ideas, conceptos y sueños.

Es curioso, porque aunque podemos decir que existe tradición circense en México, el crédito debería ser atribuido al Circo Atayde que se ha encargado de mantenerlo en existencia dentro del país desde 1888. Existen otros circos mexicanos también conocidos pero en su mayoría solo nacionalmente. La realidad es que el circo en México pelagra porque no se preserva en su integridad lo que es el arte puro circense.

Compañías como el "circo de la chilindrina" y del "Chavo" se han alejado demasiado de lo que es la verdadera esencia del arte circense. Impidiendo en vez de fomentar el desarrollo artístico y profesional de los artistas. Además que actos de este tipo junto con la falta de modernización de números en otros circos, han causado que las personas se alejen de él. Mucho del circo mexicano sigue muy apegado a lo que forma parte del circo tradicional, utilizando en varios de sus números animales domados de dimensiones medianas y grandes, como caballos, cebras, caballos, y elefantes. Lo cual en lo personal no me parece, y por lo

mismo la propuesta arquitectónica se enfoca en el circo moderno, utilizando las facilidades tecnológicas disponibles y la agilidad, destreza y creatividad del ser humano.

Dentro del país sigue habiendo una cantidad de circos considerable, aunque podrían disminuir si no se modernizan las maneras y modos de hacer circo en México. De algún modo se está tergiversando el verdadero arte, y mucha gente ha perdido el interés en el Circo, muchos se han quedado con prototipos y estereotipos de lo que el circo era, es y debería de ser, cada quien con conceptos diferentes, o ideas basadas en experiencias de niños. Empresas como los Hermanos Atayde son de las pocas que se han preocupado por trabajar en esos aspectos, cumpliendo 60 años de espectáculos en la ciudad de México en sus temporadas de invierno.



“El Circo Atayde dio su primera función el 26 de agosto de 1888. El personaje principal al inicio de la historia es Aurelio Atayde Guízar, abuelo de la actual generación de empresarios y artistas. Cuando Aurelio era solo un niño, escapó de su casa para ir a trabajar a un circo; más tarde Aurelio convenció a sus otros hermanos de acompañarlo a fundar su propia compañía: así nació el Circo Atayde Hermanos.

En 1909, en la carpa del Circo Atayde Hermanos, se llevó a cabo un mitin antireleccionista encabezado por el apóstol revolucionario Francisco I. Madero, en la ciudad de Mazatlán. Después de vivir durante la Revolución Mexicana aventuras difíciles de imaginar hoy en día, y de llevar por primera vez el espectáculo circense a muchos lugares de la República, la familia Atayde decidió embarcarse rumbo a Centro y Sud América, en una gira que duró 20 años, período durante el cual, el Circo Atayde Hermanos pasó por un sin fin de experiencias extraordinarias, ligadas a la itinerancia propia de la vida del circo: grandes triunfos de crítica y de taquilla, fracasos, incendios de carpas, conatos de naufragios, terremotos, decesos, nacimientos de niños, etc.



En 1927 los hermanos Aurelio, Patricia y Andrés Atayde Arteché, miembros de la segunda generación, se presentaron exitosamente en varias ciudades europeas con un número, hasta entonces, inédito, en el viejo continente, que consistía en volar desde la primera barra hasta la tercera, haciendo dos giros en el aire sin propulsarse desde la segunda; gracias a esta proeza, los tres hermanos Atayde figuran en el libro de Guinness Records. En aquel entonces los Atayde eran reconocidos como los mejores barristas del mundo.



Varias generaciones de capitalinos han visto los espectáculos presentados por el Circo Atayde Hermanos, convirtiéndose en una tradición urbana. Cada año, el programa es renovado completamente. Grandes artistas de Ucrania, Suecia, Francia, Estados Unidos, Inglaterra, Hungría, Perú, Cuba, Canadá, China, Suiza o México, han encontrado en el Circo Atayde Hermanos, un lugar donde expresar su arte, más allá de lenguas y fronteras, para gozo y asombro del público mexicano.”

*Información sobre el Circo Atayde Hermanos obtenida de su pagina de Internet
<http://www.circoatayde.com/htmlpages/historia.htm>*

El circo es, finalmente, el lugar en donde lo insólito y lo imaginario se vuelven una aventura real, posible, visible, y cotidiana. Donde las reglas de gravedad son rotas y los sentidos son enfrentados como en un choque de frente contra el show, la imaginación se dispara y el espacio contenido bajo la carpa se llena de sensaciones y sentimientos.

El circo en la forma más noble de espectáculo y privilegiado entre todas las expresiones escénicas. Es principalmente audio-visual por lo que no sufre de las barreras del lenguaje y en consecuencia resulta universal. Logrando dirigirlo a cualquier público, sin distinción de edad, cultura o tradiciones.

El circo es el arte de la proeza humana y del asombro, de la precisión, de la magnificencia de los cuerpos; ya no solo el círculo de la pista es el lugar mágico sino todos los metros cúbicos contenidos dentro del espacio escénico, se vuelve tridimensional, en el aire se dan cita la risa y la sorpresa, la habilidad y la inteligencia, la elegancia en los movimientos. Las leyes de gravedad son conquistadas y la física desafiada sin trucos, o efectos especiales.

El circo son muchas cosas, muchas vidas que conjuntadas son “La vida” del circo. El show o espectáculo es solo por algunas horas, atrás de todo eso existe un modo de vida, disciplina, requerimientos espaciales importantes para el buen funcionamiento del conjunto. Existen tareas que se deben realizar durante el día, además de los entrenamientos que son parte fundamental para que el espectáculo resulte de la mejor manera posible. Distintos trabajadores realizan tareas como alimentar a los animales, limpiar las gradas, preparar el equipo, venta de boletos, reparaciones menores, etc.

La mayoría de las veces los artistas y personal del circo viaja junto con el, y cuentan con camionetas, carros, o casas trailer. Incluso en algunos casos hay personas o familias que llegan a utilizar las cajas de los trailers que quedan vacías cuando el circo esta montado. También se sabe de personas que se hospedan en hoteles, pero ese caso no es común dentro del circo

mexicano. En la mayoría de los casos existe un déficit en la vivienda móvil requerida por personas que viajan con el circo, por lo que también se propone regresar al concepto inicial de las tribus saltimbanquis y el uso de las tiendas para vivienda.

En los últimos años se le ha dado un mayor reconocimiento a las artes circenses dentro de las bellas artes. Sin embargo no existe el concepto cultural en la sociedad mexicana. Existe incluso un menosprecio hacia el arte circense como una muestra de la ignorancia que existe en la población, y muestra a la vez la falta de difusión de lo que es realmente esta profesión.

A veces la gente tiene la impresión que son trabajos sin sentido, y que las personas que se dedican a ello es por que no tienen otra cosa que hacer, sin considerar por un instante que el circo es un estilo de vida único, que existen familias que por generaciones se han dedicado a el, y que para ellos forma parte de la esencia de lo que son. En cualquier caso el arquitecto es quien debe resolver tomando en cuenta tantos factores como intervengan en las variantes de diseño.

"El circo es un arte que corre en las venas; la gente que se involucra en el arte circense difícilmente lo deja, son personas que al estar en el medio no lo cambiarían."

El ser humano siempre ha tenido la necesidad de expresarse por cual medio sea posible, la expresión artística el circo no morirá debido a esta necesidad. El circo incorpora los sueños del hombre, como es el caso de los trapecios en donde el ser humano puede volar y por instantes ser un ave.

Por lo general la mayoría de los ejemplos de circos que podemos encontrar contarán con los siguientes elementos:

- Taquillas
- Carpa de acceso
- Tiendita
- Baños
- Administración
- Carpas secundarias para bodega o animales
- Carpa principal escénica
- Carpa calentamiento

Muchas veces vamos a encontrar que las taquillas son cajas de trailer, y en algunos casos la administración también se encuentra en la misma caja. Si la administración no se encuentra ahí puede que sea otra caja de trailer, al igual que la cafetería. La mayoría de los habitantes de la villa andante que conforma el circo también han optado por la opción de las casas móviles, dejando en desuso la tienda.

VI. Carpas Análogas

La mayoría de los circos tienen sus tareas divididas, con equipos o cuadrillas de trabajo que se encargan especialmente desde el trazado hasta la erección y montaje de postes, membranas y estacas. Aunque en muchos casos todo el equipo que incluye al circo participa en la erección de postes y tracción de la membrana, volviéndose incluso en una tradición

Durante el día existen distintas actividades realizadas por distintos integrantes del circo. La mayoría de los artistas circenses tienen prácticas durante la mañana y tarde antes de la función, en algunos casos se realizan ensayos generales previos a la función. La mayoría de estos circos realizan 1 o 2 funciones diarias, e incluso 3 en los fines de semana. Dependiendo del número el artista circense determinara donde lo puede o debe practicar.

En muchos de los casos, los circos contratan temporalmente la luz eléctrica de la ciudad, y es utilizada durante parte del día, pero al momento que la función requiere del equipo de luz y sonido, este es apagado y los generadores que lleva el circo son utilizados. Estos generadores de energía son elementos de la infraestructura circense fundamental para la función.

También hay personas que se encargan de dar mantenimiento al conjunto durante el día, los animaleros que dan de comer a los distintos animales, los encargados de promoción, del agua, de la limpieza dentro y fuera del circo, y de diversas tareas que tienen que ser realizadas para el mejor funcionamiento del circo.

Dentro de la comunidad que integran el circo existen personas que no vemos en los escenarios, como las familias de esos artistas, o del equipo de sonido, o de mantenimiento, etc. Como en todo lugar, ninguna familia es igual, existen familias que estas compuestas por varios artistas circenses, con diferentes generaciones dentro de ella, y otras que solo traen a uno, o a ninguno, cuando son las familias de los técnicos. En algunos casos los padres son los entrenadores de sus hijos, y ambos o solo uno pueden tener un número dentro del circo. Esta familia a su vez tiene que organizarse para hacer la comida y realizar labores domésticas. En la mayoría de los casos todos cuentan con un día de descanso, o al menos durante el día.

Por lo general podemos encontrar una cantidad mínima de 15 niños entre los 1-10 años en ocasiones muchos más. Algunos circos cuentan con aulas y otros no, por lo que en las que no tienen aulas resulta más difícil que los niños obtengan una educación.

Circo Hermanos Vázquez

Dic. 2005

México DF

Fotos por: C. Trujeque



En la foto de arriba podemos ver de izquierda a derecha algunos elementos que componen un circo tipo. Cafetería, Taquillas, Carpa Principal, Carpa de Acceso.



Cafetería



Taquillas

En la foto superior podemos apreciar los puntos altos que están sostenidos por mástiles y columnas. También apreciamos como en las puntas se cuenta con un “gorrito” para las uniones de la membrana al poste. La membrana es traccionada al perímetro

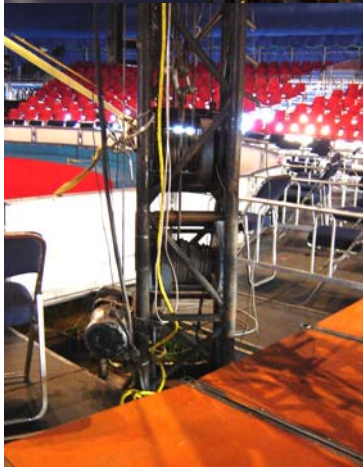
La cafetería, un trailer con un volumen que sobre sale de el cuando ya esta instalado. Por dentro cuenta con una cocineta, barra con 6 asientos, y 2 mesas con 3 sillas cada una.

Las Taquillas, como podemos observar también esta compuesta principalmente por una caja de trailer, el cual esta adaptado con 3 taquillas y una rampa



En la imagen de la izquierda podemos observar una de las cuatro columnas que soportan la carpa principal con una altura de aproximadamente 11 m.

Observamos que sus columnas son tridimensionales de perfil tubular, en su mayoría circular. Sobre ellas se montan los equipos de luces y sonido. También sirven para guiar cableado, y cables de seguridad utilizados para algunos de los actos. Dos de las columnas cuentan con motores para subir y montar partes de la carpa, incluyendo la membrana.



Al centro de la membrana existe un anillo de tracción, el cual también es utilizado para colgar algunos de los aparatos utilizados durante la función, al igual que para fraccional la membrana. Si observamos en la imagen aérea podemos ver como una especie de chipotito o gorrito alargado, esa es la parte superior de este anillo del que hablamos.

La membrana de este circo trabaja muy bien a tensión, y eso lo podemos ver en las imágenes al no detectar arrugas sobre su superficie. Las dos columnas delanteras quedan de frente al público, estropeando la isoptica de las personas sentándose en esos ángulos con respecto a las columnas, lo cual también disminuye el precio de esos boletos.



Desde el exterior, de arriba hacia abajo podemos observar equipo de luminarias para alumbrar la membrana al anochecer, también vemos una trabe (hay dos de estas) tridimensional de alma abierta, probablemente también de perfil tubular circular de aluminio. Justo debajo de ella vemos los gorritos que van sobre las uniones de la membrana a los postes. La membrana o lona es traccionada o jalada al perímetro.

Desde la punta de las columnas algunos cables son jalados y estacados al piso, con el fin de mantener a las columnas equilibradas.

La membrana también es traccionada y estacada a su perímetro con tirantes que son después ajustados.



En las imágenes de la izquierda podemos ver las estacas transmitiendo la tracción de los postes para mantenerlos en equilibrio, y también jalando la membrana hacia el perímetro. En la imagen

derecha podemos observar uno de los sistemas comúnmente usados para jalar o traccionar las membranas.

Para realizar el montaje se traza desde antes los puntos donde se montaran las columnas, y a partir de eso se ubican también los puntos donde se colocaran las estacas, cada una de ellas previamente determinadas.



Circo

Foto tomada desde parque
Huayamilpas, México DF
Junio 2006
C. Trujeque

Observamos un sistema muy parecido al anterior, e incluso parece contar con un anillo de tracción al centro. Aunque es común que este tipo de estructuras cuenten con cuatro postes en esta imagen no se

alcanza apreciar si existen los otros dos, y lo que me hace pensar que quizás solo cuenta con dos postes ya que también se observan solo dos banderas.

También podemos notar que la membrana tiene la apariencia de no estar traccionada, se aprecian algunas arrugas sobre la superficie que lo indican.

Circo de Mente

Museo Diego Rivera, Anahuacalli.

Calle Museo, México DF.

Mayo2007

Fotos: C. Trujeque



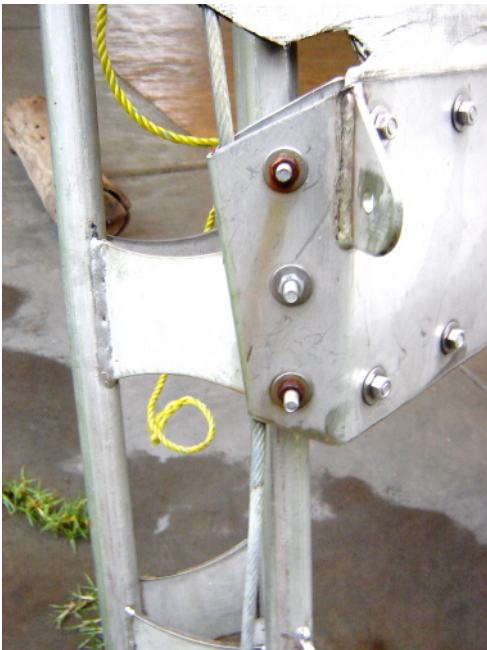
versatilidad de las estructuras a base de membranas. En el fondo podemos observar la carpa sede de Circo de Mente, uno de los grupos más significativos que existen en la Ciudad de México, tanto en calidad de presentaciones como en la difusión de las artes circenses en el sur de la ciudad.

Al frente de la imagen superior podemos observar una membrana blanca traccionada y sostenida a base de cables de acero y arcos tridimensionales de aluminio. Los anclajes al piso están hechos con placas de aluminio sujetas al piso de concreto con tornillos.



La estructura blanca al frente es conocida como el Modunam II, ya que existen dos cubiertas muy similares desarrolladas por el Laboratorio de estructuras de la Facultad de Arquitectura en la UNAM. Ya muchos de nosotros hemos tenido la oportunidad de ver el Modunam I en las famosas ofrendas colectivas de noviembre realizadas en "las islas" dentro del campus principal de la Universidad. El Modunam II trabaja bajo el mismo sistema estructural y tipo de piezas, excepto que su altura es menor, este último es comúnmente utilizado por el CUT (Centro Universitario de Teatro).

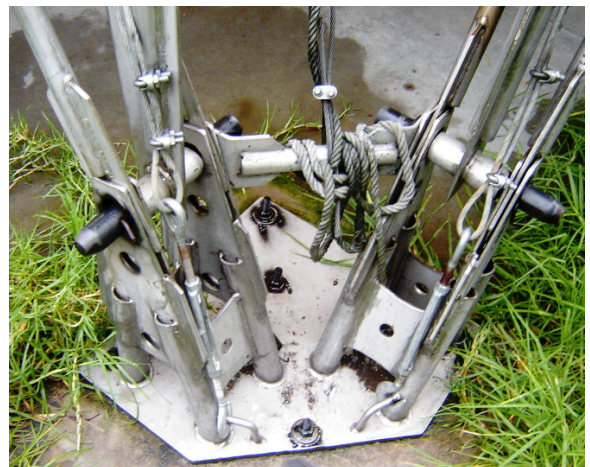
En la última foto podemos observar cerca al centro de la imagen la placa de aluminio que es el anclaje de la membrana, esta placa ayuda a recibir y transmitir el esfuerzo de tracción hacia el terreno a través de los cables de acero, sin que la membrana se rasgue o dañe al momento de ser jalada. Podemos seguir los cables de acero y darnos cuenta q corren por el perímetro de la membrana, a esos arcos que se forman los llamamos "relingas". Las relingas a su vez son formadas en arco al momento que la membrana esta siendo traccionada hacia los puntos altos y bajos de apoyo adonde se transmiten los esfuerzos por parte de la membrana, estos son transmitidos a los arcos utilizados en esta estructura, y estos a su vez transmiten las cargas hacia las placas y estas al terreno.



En la imagen de la izquierda podemos observar de izquierda a derecha algunos detalles como es la soldadura de las piezas, al igual que una opción de atornillado del tubo a la placa de aluminio. Es un detalle muy interesante, debido a que podemos observar la placa en lateral, podemos apreciar el prensado de la membrana por la placa de aluminio y su atornillado en perspectiva.

La placa la podemos ver atornillada a los arcos, los cuales están compuestos por tres tubulares circulares de aluminio enconvardos y unidos a través de secciones de aluminio soldadas a ellos.

En la imagen de la izquierda observamos una vista superior hacia el punto de descarga de dos arcos. Nótese en la base la disposición de los elementos, y la geometría de la placa de aluminio, la cual esta anclada a la plantilla de concreto armado.



Como ya mencionamos previamente, este elemento es un mueble arquitectónico, desmontable y trasladable, sus bases son las que transmiten los esfuerzos al terreno. Estos diseños tienen la peculiaridad de ser adaptables a distintos tipos de suelo. En este caso en particular están anclados al concreto, sin embargo este mismo diseño al igual que el Modunam I cuentan con unas rejillas de aproximadamente 1.80m de diámetro, las cuales son utilizadas para colocar lastres. Un lastre es material apilado para generar un peso

sobre un elemento, y de este modo mantenerlo fijo al piso. Este debe ser calculado según las distintas cargas y esfuerzos interactuando en el mueble arquitectónico.

Es un detalle interesante porque podemos ver a la mitad de la imagen la unión de dos elementos estructurales de ambos arcos. En la mitad inferior se aprecia cuatro segmentos de un perfil hueco tubular dispuestos a modo de contrafuerte con una placa que atraviesa una distancia de los perfiles y además esta soldada (una placa por cada par de postes). Todos estos postes (cada arco) son soldados a una sola placa de aluminio de aproximadamente 3/8 in. Todo esto representa una sola pieza, a la cual se le colocan las uniones de cada arco. Observamos la unión de albos postes a lo largo de la mitad de la imagen. Se alcanza a ver la parte inferior de los postes y el elemento q funciona a modo de seguro, y permite la articulación de los apoyos de cimentación y de los arcos de la estructura. Vale la pena notar donde son los anclajes o amarres de los cables de acero trenzados utilizadas comúnmente en la arquitectura a base de membranas traccionadas.



Volvemos a observar el mismo detalle pero desde una vista lateral. Se puede apreciar que un arco es visto desde un costado mientras que el segundo (derecho) se aprecia en una vista frontal.

Notemos los detalles de las uniones de la placa a los perfiles tubulares. Y estos soldados a la placa de descarga. También es interesante checar como son dos piezas separas, los arcos y las articulaciones de la base de descarga.

Las bases dispuestas a modo de contrafuertes tienen una pieza tubular que es acomodada transversalmente a modo de perno, generando de este modo una articulación en el elemento de apoyo, esto permite que el mueble logre mayor estabilidad al ser más flexible y transmitir los esfuerzos de manera más eficaz.

En la foto superior podemos observar el interior de la carpa principal de Circo de Mente. En las imágenes superiores izquierdas se aprecian las uniones de las columnas tridimensionales con la trabe. Este diseño en particular consta con solamente dos postes y un travesaño, ambos a base de armaduras tridimensionales con componentes de tubular circular hueco de fierro. En la imagen que esta unida a lo largo podemos notar la base de la columna la cual es una placa de fierro. De izquierda a derecha notamos la especialidad en el interior del recinto, y como el travesaño es utilizado para colgar los aparatos utilizados para la acrobacia aérea.

Al interior del espacio se practican distintas artes circenses desde las distintas acrobacias aéreas hasta acrobacia en piso, y diferentes juegos de malabar. El espacio es utilizado tanto para la impartición de cursos como para la presentación de números circenses.



Circo Americano

Fachada Frontal
Alberca Olímpica, México DF
Julio 18. 2006
Fotos: C. Trujeque

Observamos columnas y travesaños tridimensionales hechos con perfil tubular redondo soldado y una serie de cableados que están traccionando las columnas para mantenerlas en posición y equilibradas.



En esta imagen aumentada podemos ver con mayor detalle las uniones superiores con dos travesaños tridimensionales, o bien columnas colocadas en posición horizontal para guardar la distancia correcta entre columnas. Hacia ellas al igual que de las columnas se traccionan unos cables que a su vez jalan a la membrana, creando pequeños foliculares.



La imagen de la izquierda forma parte de las carpas secundarias, tiene una altura aproximada de 7m y trabaja con un solo poste central, la membrana traccionada hacia el perímetro.

En su mayoría, estos conjuntos cuentan siempre con carpas secundarias que son importantes para realizar otras funciones y que el todo trabaje apropiadamente.

La carpa secundaria mas común es la carpa de acceso, donde en algunos casos se llegan a vender boletos, aunque su uso se dedica principalmente a una sala de estar antes, en el intermedio y al final de la función, usualmente encontramos las palomitas, los refrescos, dulces, etc. Algunos circos incluso venden productos.





Circo Americano

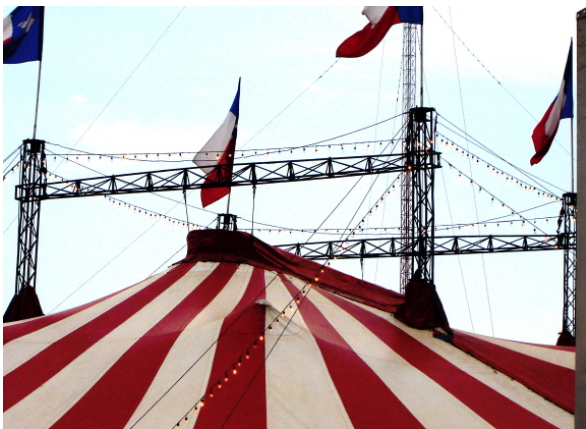
Abril 24 2007

Villa Coapa, México DF

Fotos: C. Trujeque



Aquí tenemos otra carpa del Circo Americano, en la imagen superior podemos ver de izquierda a derecha: El trailer taquilla, una pequeña carpa de acceso de dos postes, en el fondo la carpa principal con un sistema estructural idéntico a la carpa anterior, en el extremo derecho una carpa para los animales.



Un acercamiento a la parte superior de la carpa. Podemos notar como esta carpa esta mejor montada o diseñada que la membrana no muestra arrugas significantes.



En la parte central cuenta con un anillo de tracción, el cual es jalado hacia las traveses tridimensionales, jalando hacia arriba, dando mayor altura y librando el claro. Del mismo modo que los funiculares dan además de altura un poco de textura a la superficie. Pareciendo chipotitos sobre la membrana.

En esta imagen podemos ver parte de la lona colocada en el perímetro. En la parte superior se ve la membrana principal, y los tirantes

colocados a cada 60 cm. aproximadamente son los que ajustan la fuerza del jalón.



En las fotos de arriba podemos apreciar de izquierda a derecha, algunos detalles comunes de encontrar en los sistemas constructivos del circo. La primera es un "gorrito" que se coloca en la punta de la columna sobre la unión a la membrana. También podemos ver las uniones de los cortes de la membrana, y sus uniones termo selladas. La segunda imagen muestra una punta traccionada hacia un punto bajo. En la última imagen vemos uno de los tirantes atado a una estaca, los anclajes de los puntos bajos, junto con un mecanismo que funciona para jalar más el extremo.

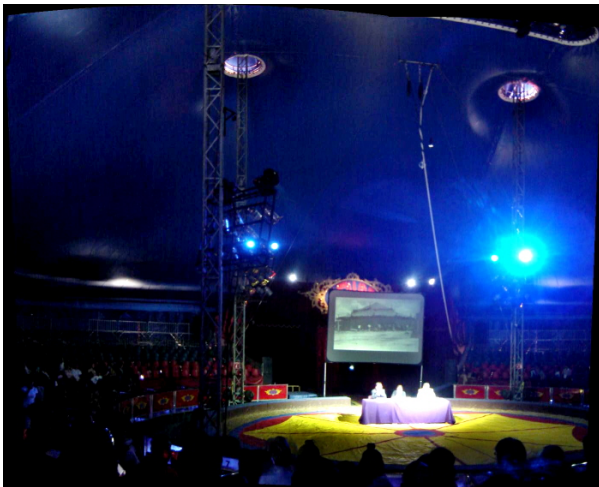
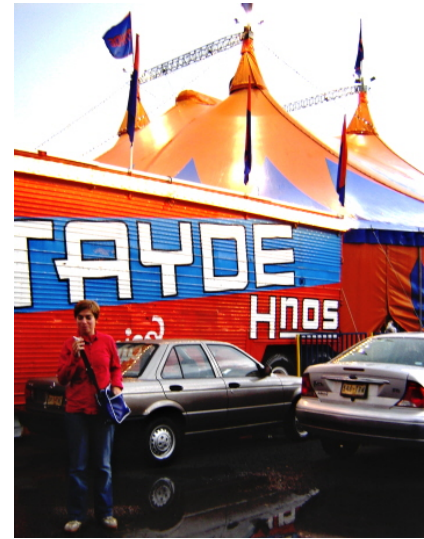
Circo Atayde Hermanos

8. octubre. 2006

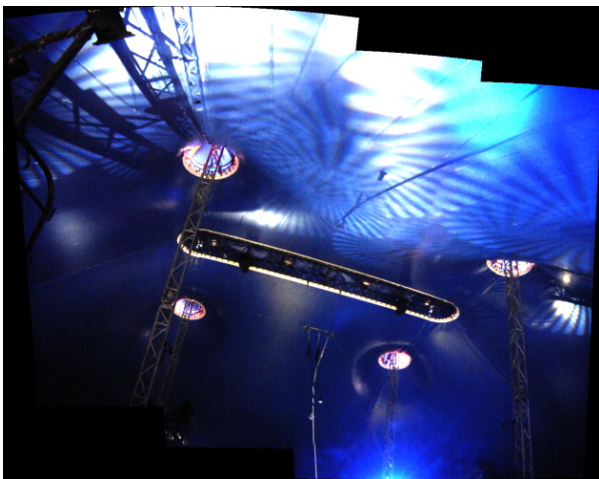
Villa de Cortes, México DF

Fotos por C. Trujeque

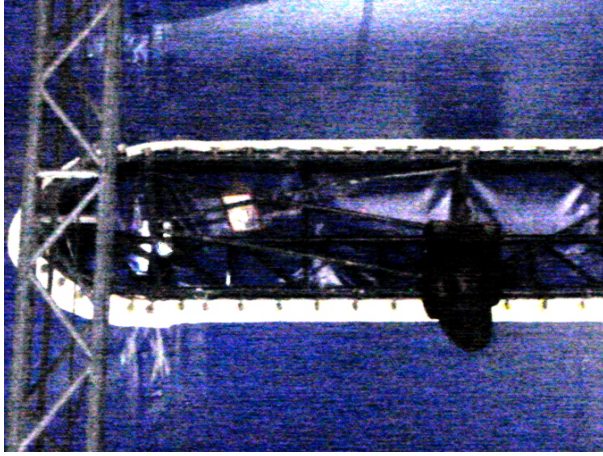
En estas imágenes se tiene una vista exterior e interior. Una vez más el sistema constructivo consiste de 4 columnas tridimensionales con dos traveses tridimensionales superiores que jalonan un anillo de tracción, el cual realza un poco más la carpa. En la segunda imagen podemos observar el anillo de tracción y como es utilizado para colgar aparatos que son utilizados para las funciones.



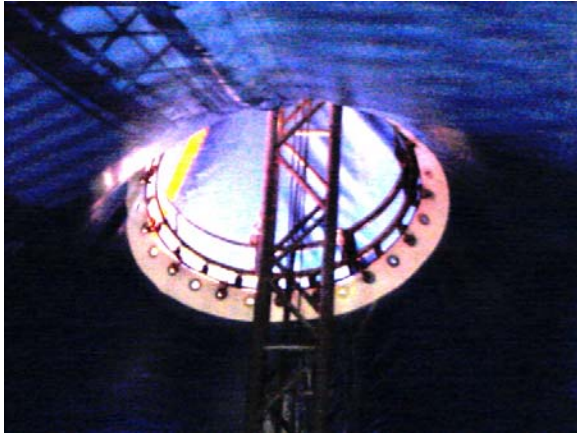
La imagen de la izquierda podemos apreciar el espacio escénico. Es importante notar como los postes que quedan al frente del escenario estropean la isoptica, causando que la visual sea inapropiada para el usuario, y devaluando los precios de los boletos para toda esa área de gradas. Si estos problemas fueran resueltos se lograría una mayor especialidad, además de que la percepción del usuario mejoraría significativamente al igual que la rentabilidad, ya que los boletos incrementarían su valor.



En esta imagen podemos apreciar 4 orificios en la membrana, estos son las uniones de la membrana con los postes. Al centro vemos el anillo de tracción con forma de elíptica alargada.



Aquí tenemos un acercamiento al extremo izquierdo de lo que es el anillo de tracción, el cual también es una armadura tridimensional, hecho con perfiles tubulares redondos, y del cual cuelga equipo de sonido, luz y escénico.



Y en esta un detalle de los orificios en la membrana que son por donde pasan los postes que sobresalen al exterior, que cargan las traveses y jalar el anillo de tracción.

Carpa Principal "Los 5
Magníficos"

8. Mayo. 2007

Santa Fe, México DF

Fotos por C. Trujeque



Programas de televisión también se han interesado por el circo últimamente, contando esta producción con 2 carpas pequeñas de entrenamiento, y una principal para la presentación de los números. La carpa cuenta con el mismo sistema constructivo que los anteriores. Cuatro postes hechos de armaduras tridimensionales a base de perfiles tubulares, dos traveses superiores del mismo tipo traccionando el anillo de tracción, con algunos foliculares (chipotitos) predispuestos sobre la membrana.

En el caso de esta estructura, podemos apreciar un perfil mas angosto en las traveses y columnas tridimensionales. Logrando así transmitir una mayor ligereza al observador. La membrana parece estar trabajando apropiadamente, y cuenta con diseños atractivos sobre ella, quizás termo sellado. Los gorritos de los postes parecen estar más cuidadosamente diseñados y ensamblados. Vale la pena observar el cableado y los foliculares.



Carpas de Circo fabricadas por "el Carrusel"

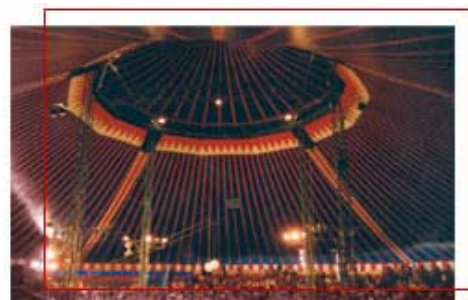
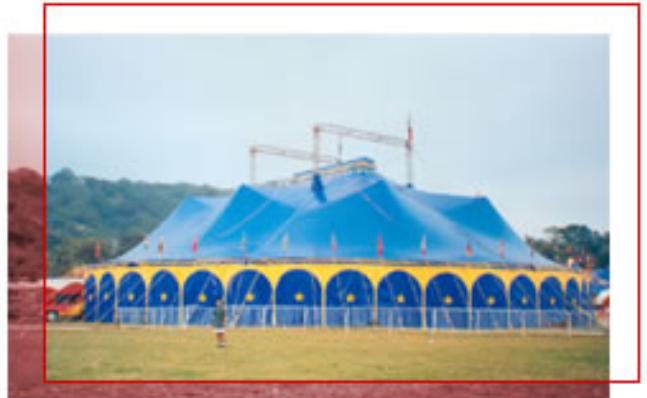
"El Carrusel" es una empresa mexicana con 25 años de experiencia que se ha especializado en la fabricación de estructuras a base de membranas. Trabajan desde el diseño de la carpa hasta la construcción de ella. Las siguientes son algunas muestras de su trabajo relacionado a las carpas de circo.



Notemos el número de postes y traves.



Notemos el elemento alargado al centro.





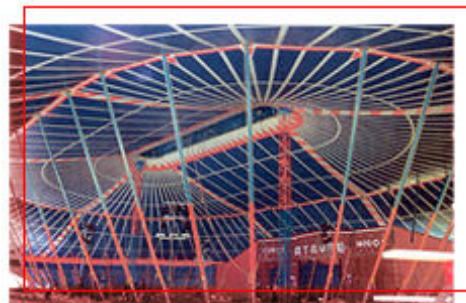
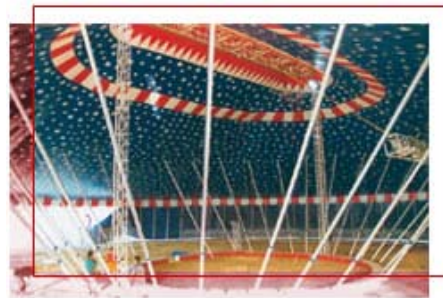
Observemos las fachadas, y plantas.

Pongamos atención a los postes interiores y su acomodo con respecto a las gradas.



Notemos el anillo de tracción alargado el cual es jalado por las traveses y postes. El punto más alto.

Notemos la especialidad interior y exterior, así como su presencia y el cambio visual que genera en su contexto inmediato.



Cirque du Soleil
Canada



más de 130 ciudades de todo el mundo, entre ellas Los Ángeles, San Francisco, Chicago, Nueva York, Tokio, Osaka, París, Londres, Ámsterdam, Berlín, Singapur, Sydney, Viena, Madrid, Hong Kong y México, entre otras. Actualmente Cirque du Soleil cuenta con 6 distintos shows en el mundo, varios de ellos utilizando carpas móviles, contando con diseños similares

a base de membranas y postes.

Hasta la fecha se ha presentado tres veces en la ciudad de México. Después del gran éxito que tuvo Alegría, el cual ofreció 111 funciones para un total de 278 mil 982 espectadores y que se esperaba superar esas cifras, con su espectáculo "Dralion". Su última aparición en el 2006 con "Saltimbanco" resultó ser un éxito, incluso se incluyeron las ciudades de Monterrey y de Guadalajara además de la ciudad de México debido a su demanda. En sus presentaciones pasadas en la ciudad de México, han montado la Gran Carpa en Santa Fe.

Abajo: Cirque du Soleil conjunto
2. Febrero. 2006
Santa Fe, México DF
Fotos por C. Trujeque



La mayoría de sus espectáculos son la mezcla de tradición y fantasía con la celebración de la vida, su relación con la naturaleza, y el ser humano. Se habla de los elementos, y de nuestra unión con lo natural a través del movimiento que hipnotiza y sorprende a cada instante conforme vemos la precisión, agilidad y elegancia del cuerpo y destreza humana. El espacio y tiempo se transforma en un lugar suspendido en el tiempo, entre pasado y presente, que trasciende las fronteras de la imaginación, y los sentidos. Una propuesta que resulto renovadora y cambio la visión del circo, dotándolo de un concepto diferente y humanista.

Hombres y mujeres de distintas razas y nacionalidades conviven, entrenan, actúan y participan



en la erección del pabellón juntos. La carpa fue construida por una de las mejores compañías expertas en la materia y cuentan con diseñadores y técnicos que andan con Cirque du Soleil por todo el mundo para levantar la carpa.

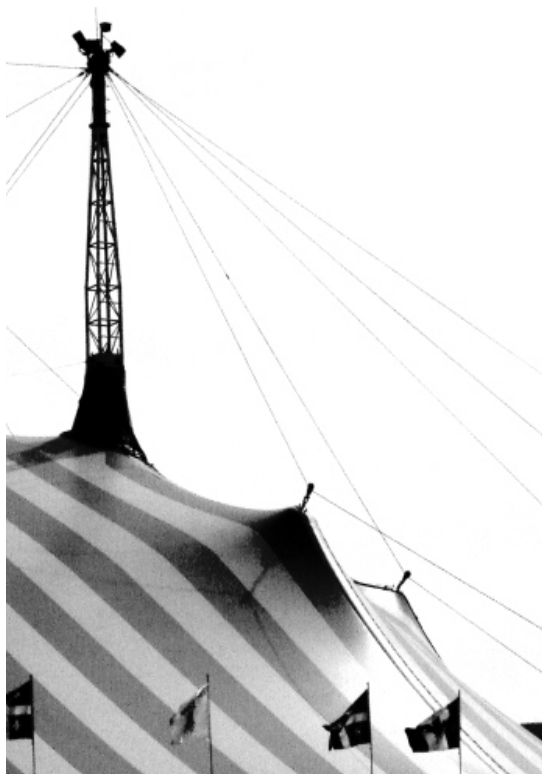
La Gran Carpa Santa Fe, que en su conjunto pesa 75 toneladas y que albergó al Cirque du Soleil con su espectáculo Dralion, fue levantada por más de 70 hombres y mujeres para dejarla de pie a una altura de 18 metros.



Al grito de "1, 2, 3, arriba", centenares de manos fueron levantando los postes que sostienen la enorme tienda de 50 metros de diámetro, diseñada específicamente para Cirque du Soleil por ingenieros canadienses y la membrana fabricada por una compañía francesa especializada en membranas "Les voileries du Sud-Ouest" y que cuenta con capacidad para dos mil 500 espectadores por función, aunque cabe aclarar que no todas las funciones utilizan su máxima capacidad.

La mayoría de las carpas tipo "Grand Chapiteau" utilizadas por la compañía cuentan con una capacidad de 2,600 asientos aproximadamente.

Esta membrana y la de sus 11 túneles tienen un peso aproximado a las 11,500 lbs o 5,750 Kg. La gran carpa utiliza 4 mástiles de 24 metros de altura, los cuales sostienen la membrana a 19 metros del piso y tiene un diámetro de 51 metros.



La carpa azul-amarillo, que tiene una cúpula que se eleva de manera mecánica, se levanta poco a poco, pues los postes deben ser puestos en pie al mismo tiempo, pero no todos a la vez, sino por partes pero de corrido.

Poco a poco iba adquiriendo forma el pabellón, sostenido en su base por cuatro enormes mástiles de 24 metros cada uno, rodeado por un anillo metálico y ocho funiculares que son levantados con la ayuda de una grúa.

En las imágenes de la izquierda podemos observar en la imagen superior, la carpa ya levantada y traccionada, en la inferior apreciamos en un zoom,

un poste al que llegan distintos cables jalados, entre ellos el cableado de los funiculares que aparecen. Cabe destacar que la sección del poste tridimensional es mas ancho al centro de el, y que su sección disminuye conforme se llega a los extremos, esto debido a que los momentos son mayores al centro del elemento. Los ocho funiculares son alzados con la ayuda de una grúa.

Después de su montaje total, la carpa es alimentada por energía eléctrica independiente de la Ciudad de México, proporcionada por nueve enormes generadores que producen más de dos mil 100 kilovatios, necesarios para lograr el funcionamiento óptimo del recinto.

Otra parte de la infraestructura es el aire acondicionado que debe privar en la carpa principal y las tres alternas, así como en los camerinos y otros espacios, para lo cual se requieren de ocho unidades de aire acondicionado y calefacción, esto para dar mayor confort a los usuarios según el contexto climatológico donde se encuentre.



Arriba: De izquierda a derecha observamos la carpa VIP, en el fondo la carpa principal con sus funiculares, las taquillas a la derecha y atrás de ellas una carpa de acceso. Santa fe, México DF. Feb.2006. C. Trujeque

La gran carpa utiliza más de 500 estacas, que miden entre 1.4 y 1.6 metros de largo. Además de la gran carpa, se levantan otras de calentamiento, camerinos, oficinas administrativas, un tráiler equipado para ofrecer servicios de fisioterapia, una cocina equipada, tiendas para bebidas y alimentos, bodegas, una escuela y las taquillas. Por lo general existen dos tiendas de acceso donde se venden bebidas, comida, y mercancía. La tienda de alfombra roja, dedicada

a invitados especiales o VIP puede albergar hasta 240 invitados, y esta disponible para funciones privadas.

La tienda artística incluye el área de camerinos y de vestuario, un área equipada para entrenar y un cuarto para fisioterapia. Esta tienda cubre un área de 1,600 metros cuadrados.

La cocina es el corazón de la aldea, no solo sirve 450 comidas por día, seis veces a la semana, sino que también es el lugar de encuentro tanto para los artistas como para el resto del personal. Esta compuesta por cuatro camiones con uniones y membranas para dar lugar a 100 personas y una terraza al aire libre que puede acomodar 50 personas más.

Como ya mencionamos es autosuficiente con respecto a la energía eléctrica, solo utilizan un abastecimiento de agua y de telecomunicaciones locales para apoyo de la infraestructura requerida. La mayoría de los diferentes números itinerantes de Cirque du Soleil cuentan con los mismos elementos arquitectónicos, y como podemos ver es una aldea en movimiento, cuatro de estas aldeas sobre ruedas son los tours de Saltimbanco, Alegría, Quidam, Dralion, Varekai y Corteo, los cuales tienen fechas calanderizadas en Europa, Norte América, y Asia.

En Dralion participaron 172 técnicos y artistas, de los cuales 37 son chinos, y otros 20 artistas de otros países, quienes aportan su arte circense en aro, pirámides humanas, trapecio doble, aros suspendidos y malabares, entre otros.

Se enfatizó que Dralion al igual que Alegría hará un despliegue de tecnología para enriquecer el espectáculo y tendrá un costo de 390 pesos en adelante, precios que aseguraron estar por debajo de los espectáculos que se presentan en el resto del mundo. Debido a la economía del país, los precios son ajustados para que un mayor número de espectadores puedan asistir.

Desde su inauguración en el año 1999 y durante los últimos ocho años, Dralion ha estado de gira por Estados Unidos, Canadá, Europa y ahora México. Ya ha visitado más de 25 ciudades hasta el momento, y ha roto récord de asistencia en esas 25 plazas que Cirque du Soleil ha impuesto.

Cirque du Soleil ha vuelto a probar que no hay negocio como el del espectáculo y entretenimiento terminando su temporada de Quidam en Melbourne llevándose \$20 millones de dólares. Quidam seguido por los exitosos espectáculos de Saltimbanco y Alegría ha sido presentado para más de 200,000 personas durante su temporada de siete semanas en el Swan Street Oval, en el parque Melbourne.

El estadio de la compañía con 2500 asientos y otras tiendas se tomarán 2 días en desmontar antes de seguir con su itinerario, para el cual se necesitan 60 contenedores para el transporte. Se espera que el tour Asia Pacífico genere más de 100 millones en ventas. La compañía presenta simultáneamente 11 espectáculos diferentes alrededor del mundo.

Aunque la vida debajo de la gran carpa no es una aventura sin cuidado de un sueño infantil. Es trabajo, y mucho: nueve presentaciones a la semana después de un régimen constante de entrenamiento para mantener las habilidades de cada quien al nivel más alto. Y una vez que los artistas están en el show, se convierte en su vida por meses, y algunas veces, años. Eso significa estar en giras sin parar, ajustándose a una nueva ciudad cada seis a ocho semanas, y cada mudanza, mueve una pequeña ciudad: 50-60 artistas, 80-90 técnicos, 5 cocineros, personal administrativo y de servicios, los esposos, esposas, y niños de todos ellos, y los maestros para estos niños. Es una compañía masivamente compleja, más compleja aun debido al gran número de diferentes culturas que estas envueltas. Tan solo el personal de Varekai representa a 14 nacionalidades.

El circo tiene que ser sensible a todos estos aspectos. Los procedimientos de andar en gira pueden ser difíciles, pero pueden ser bien logrados con organización: Acomodando bien el número de camiones para llevar 1,000 toneladas de equipo (55), el número de trabajadores para levantar Le Grand Chapiteau (80), el número de unidades HVAC para calentar y enfriar las carpas (7), el número de días para montar la villa de de Cirque du Soleil lista para operar (7) y tan solo dos días para desmontarlo. El cuidado humano puede ser engañoso, se deben considerar variables que no pueden ser medidas o cuantificadas: Salud emocional, estimulación creativa, el tiempo. Como algunas personas relacionadas al medio dicen "Si haces esto por seis meses, es una cosa. Si lo haces por dos, o tres años es algo diferente. Uno ve a las mismas personas, y se trabaja con la misma gente. Eso se puede tornar en un reto" particularmente si uno y las demás personas ni siquiera hablan el mismo idioma o tienen costumbres similares.



En la imagen de la izquierda podemos ver sobre el piso como han sido trazados el perímetro, al igual que los puntos donde deben de ir colocadas las estacas, las cuales son los anclajes de las carpas, manteniéndolas sujetas al piso.

Observamos una perspectiva desde el lado izquierdo de una de las tiendas de acceso, las cuales albergan mercancía, bebidas y alimentos, en el fondo se aprecia la gran carpa.

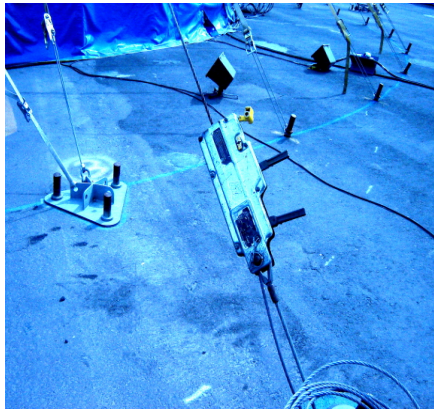


En la imagen de la izquierda observamos un acercamiento de las puntas exteriores de los postes utilizados en la tienda de alfombra roja (VIP). Podemos notar que también cuentan

con membranas separadas en la cubierta de gorrito, la cual cubre la unión de la membrana a los postes. En la punta de los postes se colocan banderas, y lámparas dirigidas hacia la membrana, las cuales iluminan y dan vida a estas tiendas por la noche. Los cables que vemos atravesar están traccionando a su vez esfuerzos de la membrana, o de funiculares.

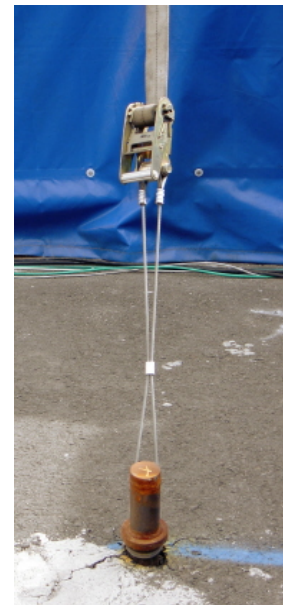
En el extremo inferior derecho notamos una de las uniones de las membranas.

Aquí notamos una vez más el trazado sobre el piso con pintura de aerosol azul, la distancia entre estacas es dibujada, ubicando los puntos donde se colocan las estacas con la ayuda de un martinete. Las estacas por lo general tienen una longitud de 1.6 metros.



Notemos que son cables los que traccionan las estacas, y que estos están atados a los tirantes que traccionan la membrana con unos pequeños mecanismos que jalan a modo de palanca distintos tipos de membrana.

En la imagen de la izquierda tenemos un ejemplo de las estacas, cable de acero y cinta con seguro para tracción. La estaca con un diámetro de aproximadamente 2 in.



En esta otra observamos del lado izquierdo una placa sujeta al piso con 3 estacas, y suponemos q tiene una longitud de 1.20m – 1.60m. En esa misma imagen también apreciamos un sistema diferente de tracción para los cables de acero.

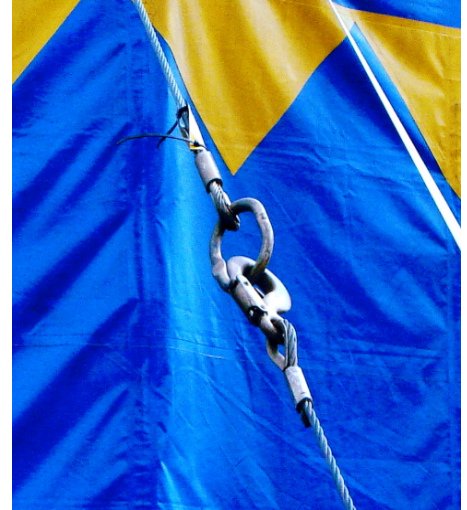


Y en esta observamos el anclaje del sistema mencionado. Estos anclajes mantienen en equilibrio a los postes, o dan tracción para mantener estabilidad en la tienda. Son placas de acero de tres octavos y aproximadamente 20x20cm. Con

cuatro estacas. Se necesitan mas 1,000 estacas de 1.5 metros para sostener al piso las diferentes tiendas instaladas en el sitio. Simplemente mas de 500 son utilizadas para la Gran Carpa.



Del lado izquierdo tenemos otro ejemplo de anclaje a base de estacas y placas, en este caso son postes publicitarios del circo, con luminarias al piso. En la imagen de la derecha un detalle mas de las uniones de cables y piezas utilizadas para ello.



Otros Proyectos relacionados al Circo

En México no existen escuelas de circo como tal, aunque cada vez es mayor la difusión que se está dando en México sobre las artes circenses. Como parte de las propuestas del Psycus Project y su arquitectura móvil está la restauración de edificios históricos, o reciclaje de inmuebles industriales en desuso para aprovechar las características tales como las triples alturas, para la práctica de acrobacia aérea. De este modo se podría contar con una mayor cantidad de lugares donde se pudieran practicar las artes circenses. Este reciclamiento de edificios se ha dado en varios lugares.



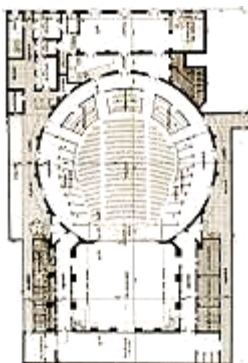
Vista del Politeama Olimpo, Argentina, construido en 1910

Argentina es uno de los países latinoamericanos con mayor tradición circense. Y algunos edificios de valor histórico han sido restaurados y adaptados para el uso y difusión del circo, lo que se refleja en la calidad del arte circense de este país a nivel mundial.

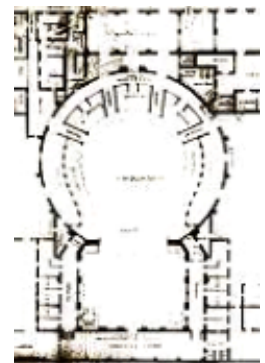
El teatro Podesta, anteriormente el Politeama Olimpo fue desde el comienzo utilizado para las artes escénicas, tanto para el teatro como para el circo y de la mezcla de ambas.

En 1887, la compañía circense Scotti-Podestá compra el inmueble en remate público. Es allí donde se entrecruzan dos historias: la del edificio de calle 10 y 47 y la historia de la familia Podestá, que desde 1885 se había instalado con su carpa de circo en la ciudad de La Plata. Según datos de la época, el primitivo edificio sufrió varias transformaciones para funcionar como Teatro-Circo.

El edificio ocupaba un cuarto de manzana dividido en tres cuerpos; la casa del Director, hoy Museo, la Administración y la entrada con su soberbio vestíbulo que sobresalía del resto. Una enorme arcada ubicada a la izquierda del mismo comunicaba con el gran café "El Olimpo" que se extendía hasta la calle 47, en cuya construcción se valorizaban la solidez, la elegancia y la luz.



En el primer piso funcionaba el hotel destinado a albergar a las compañías teatrales que provenían del exterior o de Buenos Aires (imagen derecha). En la planta baja de la sala (imagen izquierda), una serie de graderías de madera en forma de herradura rodeaban a la pista o picadero cuyo diámetro era de 21.60 metros. El sistema de suelo móvil y su adaptación a teatro o circo fue considerado una



verdadera innovación, no solamente en Argentina, sino en Europa; y la entrada de los artistas y animales hacia el picadero era por los costados del escenario. Actualmente ese lugar es el que ocupan los primeros palcos.



En 1920 el Politeama Olimpo cambia de nombre. Pepe Podestá lo bautiza "Coliseo Podestá" en honor a su padre. El Coliseo Podestá posee una sala con una acústica perfecta donde se ofrecieron importantes espectáculos de diversos géneros, además permitió poner en escena óperas antes de ser estrenadas en Buenos Aires. (Lado izquierdo podemos observar unas plantas del diseño original del teatro).

Por las tablas del Coliseo Podestá desfilaron destacadísimas figuras. Los años 20' marcaron toda una época para el teatro, en esa década se realizaron bailes de carnaval y primavera donde el piso de la sala mostró su moderna y sofisticada tecnología: por medio de seis gatos o criques accionados manualmente, se nivelaba a la altura del escenario. Por supuesto se eliminaban las butacas, se instalaban mesas y sillas, quedaba libre una gran pista de baile y la Orquesta se ubicaba en la fosa o en el escenario. Mostrando así su gran versatilidad.

El Teatro Municipal Coliseo Podestá implementó cursos de preparación del actor para niños y adolescentes. Además de una escuela de Danza Flamenca con profesores de prestigio. Y también algunos talleres de artes circenses. En el Foyer del primer piso hay un nuevo espacio para la expresión cultural con la creación de un salón de exposiciones permanentes con muestras temporarias para dar cabida a todas las manifestaciones del arte, de este modo ha impulsado las artes, principalmente las escénicas hasta la fecha, y no es el único ejemplo, alrededor del mundo varios inmuebles con valor histórico y arquitectónico han sido retomados, adaptados y utilizados como escuelas para profesionales de las artes circenses.

En algunos países gracias al segundo aire que ha tomado el circo, además de edificios históricos se han adaptado inmuebles industriales debido a la falta de espacios para el desarrollo y enseñanza de las habilidades circenses. Estos inmuebles cuentan con características espaciales que son adecuadas para poder realizar actividades como la acrobacia aérea, la cual necesita una altura de entre 6 y 20 metros de altura.

En Sevilla se planteo en el 2004 un proyecto de reciclamiento de una nave industrial, la cual fue utilizada por HYTASA (Hiladuras y Tejidos Andaluces S.A.). El conjunto funciono de 1941 a 1963, el conjunto seguía funcionando hasta el 2004 pero en menor cantidad, tanto que algunas de sus naves cayeron en desuso.

La serie de naves, ordenadas racionalmente, combinan diversas tipologías constructivas, destacando la especialidad de las mismas, la imagen de la fábrica de ladrillo visto de sus muros

perimetrales o la liviana estructura de cubrición en dientes de sierra. La superficie aproximada es de 35.000 m².

El objeto de la intervención era, por un lado, recuperar este espacio industrial para la ciudad, actualizando sus instalaciones y forma urbana con la incorporación de nuevas actividades tendientes a cohesionar socialmente este sector; por otro, poner en valor un patrimonio industrial contemporáneo, cualificado por una arquitectura moderna de gran interés y capacidad para adecuarse a nuevos requerimientos.

El carácter abierto de la actividad circense y su instalación en un espacio ya construido lleva a concretar el programa en el desarrollo mismo del proyecto, tanto a nivel de definición de aularios y áreas de ensayos por actividades diferenciadas como de gestión de las mismas y ámbitos –cerrados o abiertos- de puesta en escena y exhibición de carácter público, si bien y de manera orientativa utilizando otros modelos ya existentes. El programa propuesto incluía:

- Administración
- Personal Docente
- Sala de Reuniones
- Personal laboral
- Estudiantes
- Administrativa y profesorado
- Aularios
- Zona de ensayos, según actividad

Se considero entre ocho y diez actividades o disciplinas distintas, mínimas para la titulación a los dos años, requiriendo cada una de ellas los siguientes elementos y tamaños al margen de su espacialidad. Valen como ejemplos destrezas acrobáticas, comicidad circense, teatro de mimo, música artesanal, trapecio fijo, cuerda indiana, sport acrobático, maquillaje, malabares, zancos, alambre tenso, elásticos, danza, etc.

- Para el conjunto de disciplinas
- Aulas Magnas para 300 personas
- Zonas comunes y servicios
- Pistas de ensayo y exhibición
- Zona de estacionamiento

Al parecer la propuesta sigue vigente, pero sin construir. Lo importante es que cada vez existe mas el interés por generar espacios dedicados a la enseñanza de las artes circenses, tomándolo con mayor seriedad, y reconociendo que también es un campo profesional que al igual que toda profesión requiere una escuela para existir y crecer.

Este interés para la creación de espacios que sean dedicados especialmente para las artes circenses ha incrementado y hemos notado que los países que cuentan con este tipo de escuelas o lugares de difusión cuentan con artistas de mayor calidad internacional. Este tipo de lugares son retroalimentativos para las artes desarrolladas dentro de un país o comunidad. Son lugares de intercambio a los cuales se le es atribuido un valor social por la comunidad que lo utilice.

En octubre del 2001 en Rió de Janeiro, Brasil se realizó un concurso de arquitectura para un espacio cultural, el cual ganaron Eduardo Canellas, Celio Diniz, Eduardo Dezouart, Tiago Gualda, todos arquitectos y urbanistas de Rió de Janeiro, a este nuevo recinto lo llamaron el "Circo Volador".

El fundamento del proyecto es el movimiento. El movimiento de la música y la danza, el circo, del rock y de la *gafieira*, de las personas que circulan, que se encuentran. El movimiento circular de los besos, del abrazo. El gran eje de palmeras actúa como articulador de los espacios, interceptado transversalmente por diversas sendas; luces y sombras proyectadas por el sol definen espacios y sensaciones. Se busca la permeabilidad, las edificaciones se despegan del suelo generando una implantación versátil.



En acuerdo con las necesidades del plan, los autores reconocieron diferentes horarios y escalas de acceso del público al nuevo Circo Volador. El público nocturno llega por el Largo da Lapa, y tiene desde ahí una mirada parcial. La pista de baile al aire libre es el atrio para el gran público, el punto de mirada general y comprensión del proyecto.



La Nave Central es un elemento principal de la composición del proyecto, la Nave Central nace entre las palmeras, una gran lona tensada internamente, estructurada por arcos externos que generan inusitados movimientos en su escenario está proyectado en acuerdo con técnicas modernas para soportar varios tipos de eventos: música, teatro, ballet y otros, acústicos o electroacústicos.

El elemento central de la nave, gracias a su membrana optimiza la luz durante el día, además de aligerar la cubierta tanto estructural como visualmente. Para cercar el Circo Volador, propusieron una reja alrededor de todo el sitio, excepto en fragmentos de muro sobre los límites con la Av. Mem de Sá y la calle proyectada, que reciben ladrillos agujereados (*cobogós*) con imágenes en serigrafía de artistas y personalidades que son parte de la historia del Circo

Volador. La aplicación de esas imágenes sobre los elementos agujereados provoca un efecto de transparencia.

Este proyecto también utiliza la membrana como pantalla de proyección para la proyección de imágenes, colores, y texturas durante los eventos nocturnos, dotándola de este modo de una versatilidad estética que la hace más agradable al usuario. A diferencia de los dos ejemplos anteriores el Circo Volador es una propuesta nueva, que intenta rescatar elementos del circo, como son la variedad y versatilidad. Este elemento propone nuevos sistemas constructivos, como son los perfiles tubulares de acero, al igual que la membrana, aunque eso no evita que el elemento sea fijo, a diferencia de una carpa de circo.

VII. Arquitectura natural

Dentro de la naturaleza existen patrones que podemos encontrar en diferentes situaciones y formas, estos patrones están en todos lados donde encontremos organismos. La vida por si misma ha desarrollado mediante un proceso evolutivo en constante cambio, la habilidad de auto-construirse y darse paso en el mundo acercándose un poco cada segundo, en un proceso interminable a la "perfección". Cuando hablo de perfección me estoy refiriendo específicamente a la búsqueda de la mejor solución o respuesta para una pregunta o problema, en este caso, la vida.

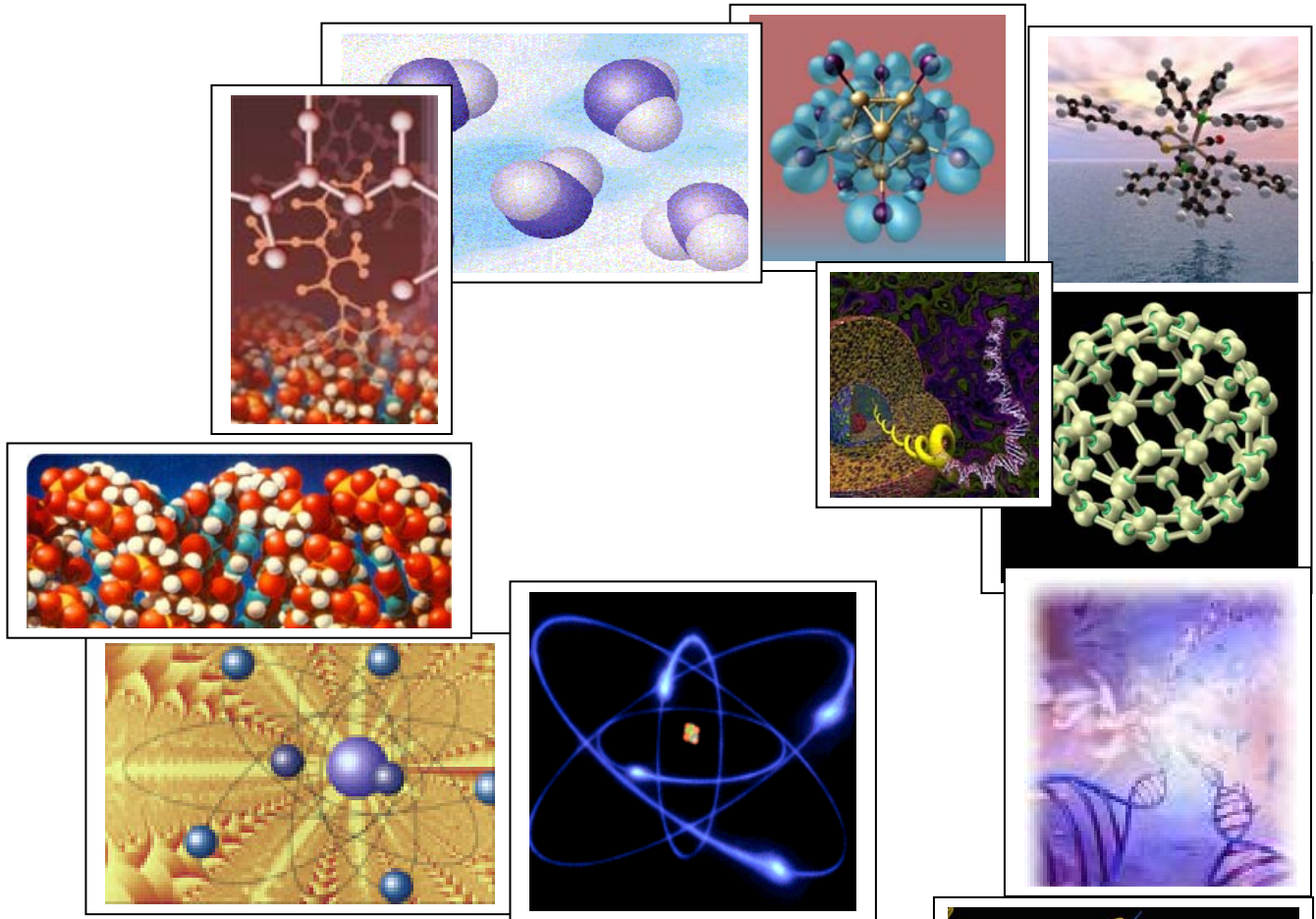
Los organismos naturales cuentan con un conocimiento integrado a su memoria pre-existencial tienen la capacidad de reproducirse de la manera mas eficaz, optimizando material, tiempo y energía en el proceso. Los sistemas constructivos de la naturaleza logran la fabricación de estructuras con la menor cantidad de material, maximizando a la vez la resistencia estructural, el área y volumen contenidos, además de interactuar armoniosamente con su contexto.

Los seres humanos estamos formados de una manera natural, respondiendo a diversos factores del entorno. La manera de vida que llevamos a cabo nos ha desapegado de estos aspectos, distrayendo nuestra atención de ciertas cosas que pueden parecer triviales y, que sin embargo, se vuelven fundamentales. Revelándonos que existe un orden desde la estructura de un átomo hasta la de una galaxia y probablemente el cosmos.

En la mecánica y biomecánica, la integridad tensional o tenseguridad es una propiedad de objetos con componentes que usan la tracción y la compresión en una combinación que permite fuerza y resistencia mayor con la suma de sus componentes. Los animales y otras estructuras están hechos fuertes debido a sus partes traccionadas y comprimidas. Los músculos y huesos actúan en combinación para fortalecerse uno al otro. Este tipo de fuerza existe también a nivel celular, y, es de alguna manera reciente, el entendimiento de estas estructuras biológicas.

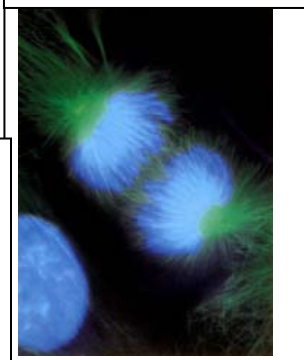
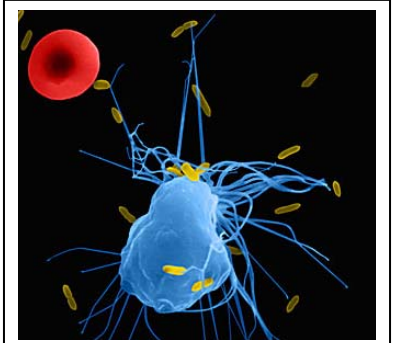
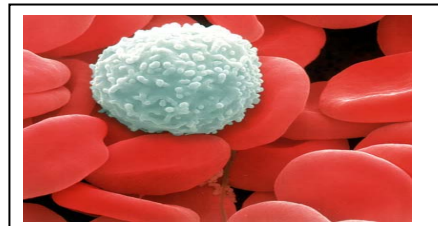
La biomecánica es el estudio y análisis de la mecánica de los organismos vivos. Este estudio puede ser llevado a distintos niveles: desde el molecular, encontrado en biomateriales moleculares como el colágeno y elastina, el nivel macroscópico, hasta llegar al nivel de tejido o de órgano. Aplicaciones simples de la Mecánica Newtoniana pueden sustituir aproximaciones correctas en cada nivel, pero detalles precisos requieren el uso de la Mecánica continua.

La existencia de una naturaleza geométrica no pasó desapercibida para los sabios de la antigüedad, e incluso Pitágoras se refería a este fenómeno y efectuó varios estudios al respecto, fue el mismo quien afirmó: "Todas las cosas son números"



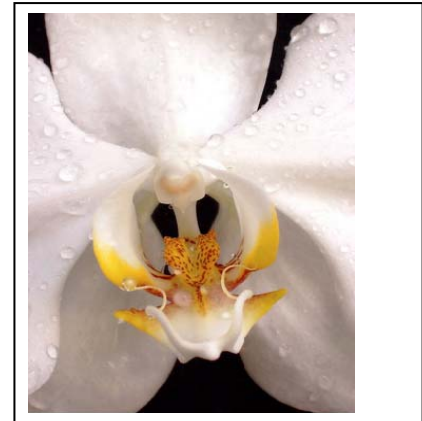
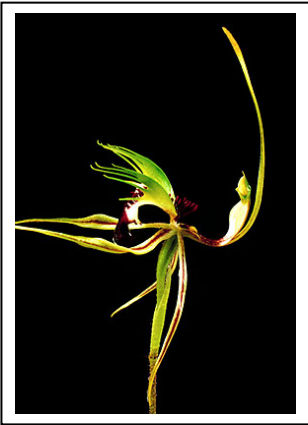
Geometría microscópica

Muchas formas geométricas abundan en el mundo natural a nuestro alrededor, no siempre visibles al ojo humano, pero que nos logran sorprender con su inmensa variedad e imaginación. Todavía entre los minerales la geometría está particularmente presente, principalmente en elementos que tienden a cristalizarse. Podemos verificar eso mismo, siempre que observamos copos de nieve y de hielo. Todos ellos muestran un patrón que podría parecer complejo,

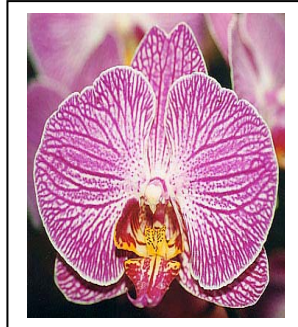


pero siempre con su base hexagonal, y que se torna verdaderamente asombroso, sobre todo si damos crédito a que no existen dos copos de nieve iguales. En las imágenes superiores podemos ver algunos ejemplos de estas geometrías y estructuras invisibles al ojo humano, y que sin embargo están presentes en todo momento, jugando en muchos casos un papel muy importante dentro de nuestras vidas.

Una de estas estructuras geométricas invisibles, pero inevitablemente presente siempre que encontramos la manifestación de la vida, es la doble hélice de Ácido Desoxiribonucleico, mas conocido como ADN, existente en el núcleo de todas las células vivas. Esta estructura esta constituida por una serie de amino ácidos y proteínas que responden a un acomodo específico que dan por resultado matrices de información con instrucciones para la correcta formación de cada parte de los seres vivos. Dotando así a cada organismo de características especializadas según la actividad que desempeñe. Es aquí donde la información recaudada a través de largos siglos de evolución ha sido almacenada, donde los planos e instrucciones específicas son codificadas para su correcta ejecución en los diferentes organismos vivientes.



Dentro de la naturaleza existe la arquitectura más bella y compleja, causándonos asombro con sus formas incluso algunas veces caprichosas e inimaginables. Nosotros también pertenecemos a esa arquitectura natural que busca infinitamente acercarse a la perfección. Las plantas y flores cuentan con formas insólitas y complejas las cuales trabajan en su mayoría a tracción, con tejidos especializados para repeler, y/o absorber el agua, y la energía solar.



La arquitectura natural puede también ser utilizada por algún tipo de ser viviente, este se encarga de adaptar aquel espacio para que logre ser más adecuado. Un claro ejemplo son las cuevas, oquedades de la madre tierra que el ser humano utilizó para su protección hasta que obtuvo mayor conocimiento de su entorno como para construirse un refugio. Otro ejemplo puede ser un árbol con agujeros creados o ya existentes, estos son utilizados principalmente por animales pequeños, ya que sus necesidades espaciales son menores.

Otra de las formas geométricas más fácilmente reconocibles en la naturaleza es el hexágono regular, aunque en ocasiones no son de lados y ángulos iguales. Es común que las rupturas en distintos materiales se den en ángulos de 120 grados. Se trata de una de las configuraciones que permiten aprovechar un máximo espacio con el mínimo de material y que podemos encontrar en grietas, burbujas, paneles, elotes, y en muchos otros ejemplos encontrados en la naturaleza.



El mundo mineral nos brinda igualmente con ejemplos matemáticos innumerables, refiriéndonos a sólidos geométricos. Uno de los ejemplos mas famosos de todo el mundo es la llamada "Calzada de los Gigantes", un vasto aglomerado de columnas de roca basáltica volcánica, en forma de prismas de diferentes alturas, en su mayoría hexagonales, aunque también se encuentran algunos pentagonales y polígonos irregulares con 4-10 lados, que se yerguen junto a la costa septentrional de Plan alto de Atrim, en Irlanda del norte, aunque podemos encontrarlos en otras partes del mundo.

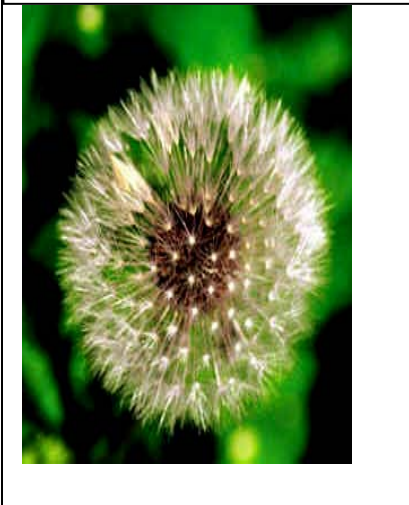


También la esfera es fácil de encontrar en la naturaleza y muchas otras cosas que tienden acercarse a esta forma. Desde un globo terráqueo, una gota suspendida, una burbuja, un huevecillo, etc. Esta forma geométrica emplea el principio de obtener una mayor área y/o volumen con la menor cantidad de material posible.

La naturaleza tiene sus propios patrones, un orden escondido y en ocasiones incomprendible por sus increíbles formas, y que a simple vista nos transmiten un diseño armonioso y bello al ser percibido por nuestros sentidos. A veces podemos identificar partes de estos patrones que se repiten a escala y/o en diferentes lugares.



Una de las primeras características geométricas con las que nos encontramos cuando buscamos en la naturaleza es la simetría. La simetría en la naturaleza es un fenómeno único y fascinante. Esta idea surge naturalmente del espíritu humano, donde encuentra un equilibrio y proporción, patrón y regularidad, armonía y belleza, orden y perfección. La simetría es una cualidad que abunda en la naturaleza, en las formas vivas y algunas inanimadas, la cual podemos encontrar en formas diversas, en diferentes lugares, con diferente número de ejes de simetría.



Una figura geométrica es simétrica si es posible dividirla con una recta de forma que ambas partes obtenidas sean espejadas, estas rectas se llaman ejes de simetría. La mariposa a la izquierda es un claro ejemplo de algo con un eje único de simetría. Existen figuras que pueden tener varios ejes de simetría o ninguno. El diente de león es fácil de percibir su orden simétrico radial. Cabe notar que su geometría volumétrica tiende a ser una esfera y que además puede recordar una geodesica con tramos ramificados.

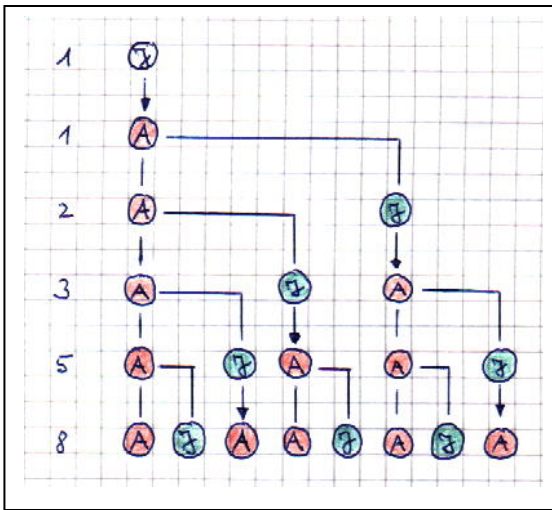


En la naturaleza podemos encontrar formas asimétricas que también están relacionadas a las matemáticas, y que están compuestas por estos patrones que a veces no podemos descifrar. El más conocido es el espiral, comúnmente encontrado en las conchas de los caracoles, y otros animales de mar.



Hoy en día todos estamos muy distraídos con respecto a los patrones y claves ocultas en la naturaleza, sin embargo, muchos de estos patrones son conocidos desde hace mucho tiempo, probablemente como resultado de la observación de la naturaleza por el ser humano y su razonamiento de ésta. Tal vez lo hemos notado o no, pero muchas flores tienen cinco pétalos, nosotros, dos manos con cinco dedos cada una, y cada dedo, dividido en tres partes, o que las piñas tienen ocho diagonales en un

sentido y trece en otro. O que las margaritas tienen generalmente treinta y cuatro, cincuenta y cinco, u ochenta y nueve pétalos, como podemos ver en las imágenes de abajo.



Coincidencia o no, todos estos números son parte de la sucesión de Fibonacci (1,1,2,3,5,8,13,21,34,55,89...) secuencia donde cada termino del segundo es la suma de los dos precedentes.

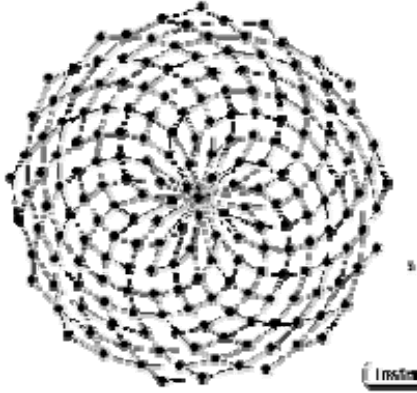
El problema que Fibonacci investigó inicialmente (en el año 1202) fue sobre la rapidez de los conejos para reproducirse en circunstancias idóneas. El número de conejos que van existiendo a lo largo de los meses reproducen la sucesión de Fibonacci (suponiendo que ninguno muera). Los números de Fibonacci pueden ser usados para caracterizar diversas propiedades en

la naturaleza.

Una manera es como las semillas están dispuestas en el centro de diversas flores. La naturaleza ordenó las semillas del girasol sin intervalos, la forma más eficiente posible, formando espirales que hacen curvas tanto para la izquierda como para la derecha. Los elementos en espiral, se repelen entre ellos como cargas eléctricas, esta repulsión asegura que el movimiento hacia fuera se siga dando con nuevos elementos que van apareciendo lo mas lejos posible de su antecesor sin afectar el crecimiento de ambos.

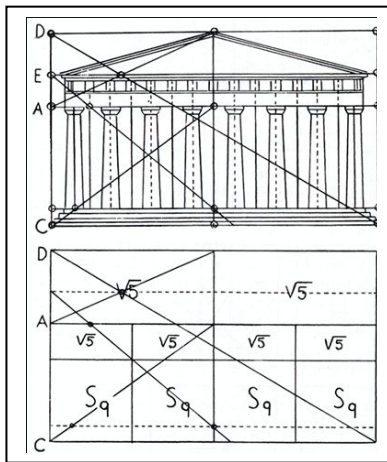
Estas integrantes de doble espiral son equiángulares que se parecen los del nautilo. Lo curioso es que los números de espiral en cada dirección son (casi siempre) números vecinos a la secuencia de Fibonacci. El tamaño de los pétalos aumenta de diminuto a grande, siempre los nuevos pétalos nacen del centro, mientras van creciendo se van moviendo a los extremos.

El rayo de estas espirales varía dependiendo la especie de la flor. El ángulo que dan por resultado, es el llamado Angulo Áureo de 137.5 grados, el cual da un mayor número de semillas. Si este ángulo variara siquiera por fracciones no sería igual su capacidad. Y es la secuencia de Fibonacci la que nos conduce al denominado número de oro.



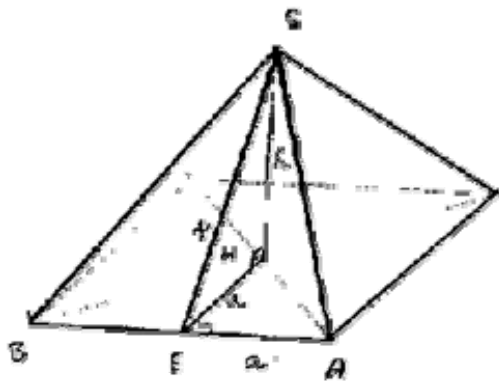
En las imágenes de las dos imágenes podemos ver los espirales de las simientes descritos previamente y los patrones que forman.

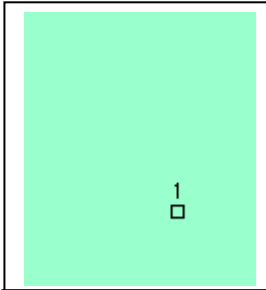
Los pitagoristas (escuela griega s. VI y V a.C) estudiaron muchas relaciones numéricas que aparecerían en la naturaleza, arte y música. Una de las relaciones mas importantes que encontraron y que recibió el nombre de proporción Áurea, o proporción divina. El número de Oro es un número irracional, misterioso e enigmático que nos resulta de una infinidad de elementos naturales en forma de una razón.



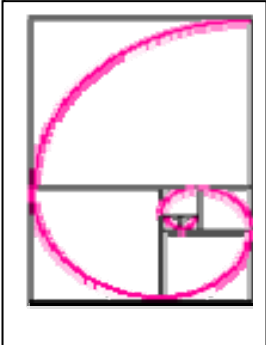
A través de los tiempos, este número ha influenciado mucho al arte. Un cuadrado perfecto y un rectángulo de oro, un rectángulo que tiene proporción entre el lado mayor, lado menor y el número de oro. Una proporción entre el largo y el ancho del rectángulo de oro fue considerado lo mas agradable a la visión.

Esta proporción recibió el nombre "Número de Oro" por los griegos, pero específicamente del escultor griego Phidias. Se pueden encontrar rectángulos de oro asociados a numerosas obras de arquitectura artificial tales como Parthénon, en Atenas y la piramide de Kheops, en Gisé (imagen izquierda e inferiores).

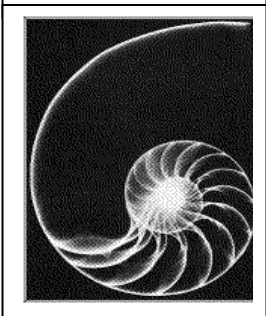




Si dibujáramos un rectángulo cuyos lados tengan una proporción entre sí, al “número de oro” este puede ser dividido en un cuadrado y un rectángulo cuya relación entre los dos lados sea también igual al número de oro. Este proceso puede ser repetido indefinidamente. Si uniéramos los cuartos de circunferencias de todos los cuadrados vamos a obtener un espiral, llamado Espiral de Fibonacci:



En la naturaleza hay espirales como éste, relacionados con el número de oro, como ya se definieron las flores y los moluscos náuticos también conocido como el nautilus, un clásico ejemplo. ¿Como se hizo? Al principio tan sólo ocupaba la cámara más pequeña al centro, conforme fue creciendo el nautilus al igual sus necesidades espaciales y formó una segunda cámara y así sucesivamente, realizando una cámara idéntica pero 63% más grande cada vez. Maximizando el espacio con el mínimo de material (en las imágenes de la izquierda podemos ver desde el primer punto donde se genera el espiral aureo a base de cuadrados perfectos y rectangulos en proporción a 1.618, tambien observamos la similitud que guarda el nautilus).



Ya Leonardo da Vinci había estudiado exhaustivamente las proporciones de la forma humana, de donde resultó el famoso dibujo donde se ve al cuerpo humano insertado de forma ideal a un círculo y en proporciones de un cuadrado perfecto. Dibujo que más tarde fue utilizado para ilustrar su libro la proporción divina. Basado en la proporción de oro, los números de Fibonacci y las dimensiones del

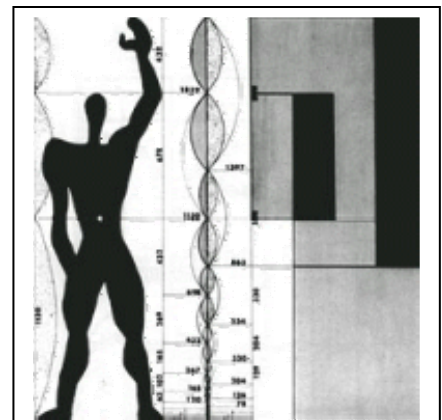
cuerpo humano, el arquitecto Le Corbusier presentó un sistema de medición que es conocido como El Modulor. Se trata de una secuencia de medidas que Le Corbusier usó, para encontrar armonía en sus composiciones arquitectónicas.



Estudio de la proporción humana realizado por L. Da Vinci

Cada parte del cuerpo humano tiene una relación de proporción una con otra, además de retomar aspectos mencionados como la simetría.

Las proporciones de cada parte de nuestros dedos tienen que ver una con otra con respecto a las de la mano, el antebrazo, y el brazo completo, así como el

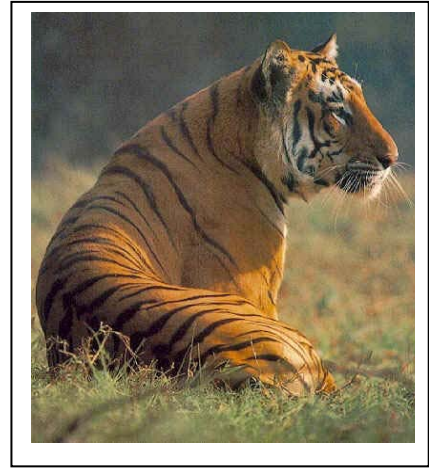


El modulor realizado por Le Corbusier

brazo a su vez tiene una relación con la distancia de nuestro torso y piernas. De alguna manera inconsciente, notamos esta armonía visual cuando vemos en la naturaleza, y resulta fácil identificar cuando algo se ve fuera de lugar.



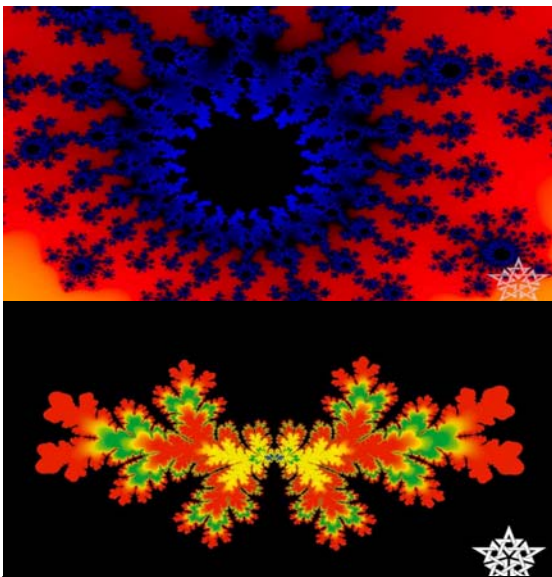
Probablemente nunca buscamos una explicación al hecho de que el leopardo tenga manchas y el tigre franjas, y porque también existen animales que no tienen ninguna de las dos. Lo que sí es que existe una ecuación matemática que explica la existencia o no de



manchas y franjas en los animales, además de que esta inscrita dentro de la información genética.



Aunque nos parezca extraño el poder establecer una posible relación entre el feto de una planta y las fluctuaciones en la bolsa. Ambas son estructuras que crecen repitiendo un mismo patrón en escalas cada vez más pequeñas o grandes. Estas propiedades de autosemejanza son características de la geometría fractal, incluso podemos decir que tanto la tierra, el agua, el viento, el fuego, los animales, el ser humano, etc. Son fractales de algo algo más o de ellos mismos.



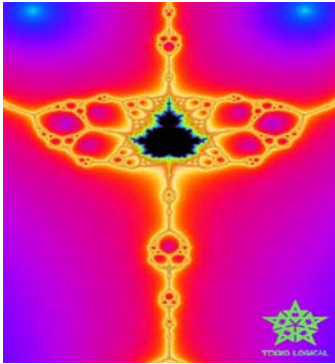
Por fractales se entiende que son formas geométricas complejas e irregulares. Esos patrones irregulares ocurren en la naturaleza, por ejemplo, la diversidad de formas que puede asumir un copo de nieve. Así, una curva matemática, o forma, que pretende imitar estas formas, recibe el nombre de fractal.

*Ver un mundo en un grano de arena,
Y un paraíso en una flor silvestre,
Tener el infinito en la palma de tu mano,
Y eternidad en una hora.*

- William Blake, "Auguries of Innocence"

Las dos imágenes de la izquierda son fractales elaborados por *Technological* con ayuda de programas de computación

El fragmento anterior me recuerda como todo depende desde la perspectiva donde se vean las cosas, y como podemos ver tanto hacia arriba como abajo, es decir el macro cosmos y el micro cosmos, sin olvidar que somos parte de un todo y aunque pensemos ser superiores tan solo somos una pequeña parte de algo mayor.



El conjunto de Mandelbrot es una forma matemática, un fractal "artificial" al igual q existen programas para generar otros fractales artificiales. Sin embargo, las formas de la naturaleza son tambien fractales, en general irregulares, retorcidas, entrelazadas.

Las montañas no son conos, los cráteres no son círculos y la frontera entre el mar y tierra no es suave. El atributo natural de un paisaje surge con la superposición de detalles irregulares, causadas por las formas geométricas dominantes. Estas formas son descritas como fractales.



Una montaña o volcan q a simple vista podria parecer una forma regular, pero conforme nos acercamos veremos el millos de curvas que lo conforman.

También existen melodías como el murmullo de las olas del mar que presenta características fractariales: con una aparente aleatoria infinita, pero con un conjunto agradable, donde cualquier parte es semejante al todo, sin saturar nunca, aunque se escuche durante horas, días o años continuos.

La matemática también ha estudiado un conjunto particular de figuras definidas por líneas curvas que pueden ser obtenidas por la intersección de superficies cónicas con planos. Precisamente por este motivo estas figuras son conocidas habitualmente como secciones cónicas como: la circunferencia, el elipse, la parábola y la hipérbola. Las secciones cónicas comenzaron a ser estudiadas por lo menos desde el siglo III a.C. Mucho tiempo después fueron utilizadas particularmente por los matemáticos y astrónomos del siglo XVII cuando buscaban la manera de ecuacionar los movimientos de distintos objetos naturales.

En el inicio del Renacimiento, Nicolás Copérnico, afirmaba que las órbitas de los planetas conocidos eran circulares. Algún tiempo mas tarde, Guyanés Kepler, y, después Edmund Halley describieron las orbitas de los planetas y cometas como recorridos elípticos. Otros cuerpos celestes recorren trayectorias en forma de hipérbola. Galileo Galilei, fue de los primeros en estudiar este tipo de curvas.



En la naturaleza las opciones han sido probadas y evolucionadas constantemente por las distintas formas de vida que usan estas curvaturas, patrones y ordenes para generar una geometría determinada, y que toda esta eficiencia y planos constructivos existen dentro de los organismos.



El cuerpo humano es el ejemplo mas directo, contando con un conjunto de sistemas especializados para desarrollar ciertas actividades. El cuerpo humano es la solución en su momento a la demanda de un organismo en constante cambio y movimiento, con la necesidad de adaptarse a su entorno en orden para continuar existiendo.

El cuerpo auto-regula la cantidad de sustancias requeridas para funcionar apropiadamente, en una búsqueda constante por un homeostasis, es decir un estado de equilibrio. Incluso ha llegado a desarrollar un sistema inmune el cual se encarga de proteger al cuerpo de patógenos externos. Este equipo compuesto por glóbulos blancos, anticuerpos y otras proteínas tienen la capacidad de defendernos de las enfermedades infecciosas.



Los glóbulos blancos, entonces, son las células de la inmunidad. Los anticuerpos son sustancias producidas por los glóbulos blancos que se dedican a ello. En la imagen de la izquierda podemos notar los distintos componentes del sistema inmunológico, notemos como todos tienden a ser esferas.

De una manera parecida se busca que las membranas utilizadas para la arquitectura ligera estén siempre sanas, por lo que es importante analizar las circunstancias, tanto climatológicas como esfuerzos, actividades y todos los factores prudentes a investigar para una propuesta acertada.

Ahora imaginemos si estas membranas que utilizamos para cubrir amplios claros hoy en día, las pudiéramos fabricar con tejidos tan sofisticados como son los tejidos del cuerpo humano, o de las plantas que tienen la habilidad de auto-repararse y protegerse. En la

sección de hipótesis futuras, explicaré brevemente las ideas principales en base para el estudio de tejidos vivos y su aplicación a cubiertas arquitectónicas. Y como al igual que existen distintos tipos de membranas elaboradas con distintos materiales para lograr ciertos atributos en la naturaleza, también la evolución se ha encargado de perfeccionar distintas pieles y miembros en los seres vivos para satisfacer ciertas necesidades que les facilitan sobrevivir en su entorno natural.

La biomecánica en pocas palabras estudia como funcionan y se mueven los organismos vivos. Los biomecanismos incluyen todas las formas altas de vida. El estudio de la biomecánica abarca desde el trabajo interno de una célula a el movimiento y desarrollo de las extremidades, el sistema vascular y el óseo. Un entendimiento del comportamiento fisiológico de los tejidos vivos permitiría a los investigadores avanzar en el campo de la ingeniería de tejidos, al igual como el desarrollo y mejoramiento de tratamientos para una amplia gama de patologías.



Algunos ejemplos simples del estudio de la biomecánica incluyen la investigación de las fuerzas que actúan en las extremidades, la aerodinámica en el vuelo de las aves e insectos, la hidrodinámica en el nadar de un pez y la locomoción en general en todas las formas de vida, desde células individuales a organismos completos. En la imagen izquierda tenemos a un pingüino chinstrap, el cual ha sido capturado en el aire, después de tomar tal velocidad dentro del agua que gracias a su piel con poca resistencia le permite salir disparado.

La biomecánica de los seres humanos es una parte fundamental de la kinesiología. Materias que estudian principalmente al movimiento así como las fuerzas que actúan en el y sus componentes. La mecánica aplicada, la termodinámica, la mecánica continua y disciplinas de la ingeniería mecánica como la mecánica de fluidos y la mecánica de sólidos representan papeles prominentes en el estudio de la biomecánica. Si se aplican las leyes y conceptos de la Física, varios mecanismos biomecánicos y sus estructuras pueden ser simuladas y estudiadas, las cuales pueden ser posteriormente abstraídas y aplicadas a la creación de máquinas, vehículos o artefactos, a modo de analogía.

Algunas herramientas matemáticas relevantes incluyen el álgebra lineal, ecuaciones diferenciales, cálculo de vector y magnitud, técnicas numéricas y de cálculo como el método de elementos finitos.

Aunque no necesitamos todo eso para observar y apreciar la naturaleza encontrando millones de maravillosas formas y sabiduría mística, y podemos interpretar su valor a modo de una sonrisa, o asombro y encontrando perfección con sorpresa en cada una de sus formas insólitas y hermosas. Si consideramos que en el mundo todo es como una maqueta de algo más, podemos aprender principios sobre el funcionamiento de los organismos vivos, y aplicarlos a escala en beneficio de la humanidad.

El estudio de biomateriales es de crucial importancia para la biomecánica. Dentro del cuerpo existen diferentes tejidos como la piel, el hueso, y las arterias. Cada uno posee propiedades de material únicas. La respuesta mecánica pasiva de un tejido en particular puede ser atribuido a las distintas proteínas, tales como la elastina y colágeno, y a la orientación de sus fibras dentro del tejido. Si la piel humana estuviera compuesta principalmente de proteína en vez de colágeno, muchas de sus propiedades mecánicas como el módulo elástico (cuanto se puede estirar) serían diferentes.

Usualmente es apropiado modelar a los tejidos vivos como un medio continuo. Por ejemplo, a nivel tejido. El postulado básico de la mecánica continua es la conservación de momentum lineal y angular, conservación de la materia, conservación de energía, y la igualdad entrópica. Es decir que los esfuerzos generados se transmitan constantemente logrando un equilibrio de cargas, tanto internas como externas. En el caso de la piel podemos darnos cuenta como esta trabajando constantemente a tracción hacia su superficie perimetral y como toda esta área a su vez comprime todo al centro conservando todo adentro, y protegido por un tejido auto reparable, impermeable, ventilable, y adaptable.

Además de la piel existen tres tipos de tejido principales de músculo:

El músculo esquelético (estriado): A diferencia del músculo cardíaco, el músculo esquelético puede desarrollar una condición sustentable conocida como tetanina a través de estimulación a altas frecuencias, resultando en la sobre posición de twitches y un fenómeno conocido como ola de sumación. En una frecuencia suficientemente alta, ocurre la tetanina, y la fuerza contráctil aparece constante todo el tiempo. Esto permite al músculo esquelético desarrollar una amplia variedad de fuerzas. Este tipo de músculo puede ser controlado voluntariamente.

Músculo Cardíaco (estriado): Los cardiomyocitos son un tipo de célula altamente especializado. Estas células involuntariamente contraídas están localizadas en la pared del corazón y operan en concierto para desarrollar latidos sincronizados.

Músculo liso (sin estrías): El estómago, vascular, y la mayor parte del ducto digestivo están compuestos principalmente de músculo liso. Este tipo de músculo es involuntario y es controlado por el entero sistema nervioso.

Los tejidos suaves como un tendón, ligamentos y cartílagos son combinaciones de matrices de proteínas y fluidos. En cada uno de estos tejidos el elemento con la mayor fuerza es el colágeno, aunque la cantidad y tipo de colágeno varía acordando a la función de lo que debe realizar cada tejido. La Elastina es también un constituyente dentro de la piel con una capacidad mayor de carga., el vascular, y tejidos conectores. La función de tendones es conectar músculos con el hueso y esta sujeto a cargas de tracción. Los tendones deben ser fuertes para facilitar el movimiento del cuerpo, se conserva conjuntamente para prevenir daño a los tejidos musculares. Los ligamentos conectan hueso a hueso y por eso son más rígidos que los tendones, pero están relativamente cerca en su capacidad a tracción. En cambio el cartílago es principalmente cargado a la compresión y actúa como un amortiguador en las articulaciones para distribuir las cargas entre los huesos. La fuerza a compresión del colágeno es comparable a un spaghetti mojado y debe ser soportado por uniones cruzadas de glicos-aminoglicones que también atraen al agua y crean un tejido casi incompresible capaz de soportar altas cargas compresivas.

La visco-elasticidad es evidente en muchos tejidos suaves, donde hay disipación de energía, o histéresis, entre la carga y descarga del tejido durante las pruebas mecánicas. Algunos tejidos suaves pueden ser preacondicionados por cargas repetidas cíclicamente al extremo en que las curvas tensadas para las porciones cargadas y descargadas de las pruebas casi se enciman.

Dos tensegridades (tensegrity) o integridades tensionales son fácilmente reconocibles en sistemas del cuerpo humano. El sistema esqueleto muscular es una tensegridad del músculo y el hueso, el músculo provee un jalón continuo, y los huesos un empuje discontinuo. Esto forma la base para toda la movilidad física humana. El sistema nervioso central puede también ser comprendido usando la analogía de tensegridad donde las neuronas motoras y sensoriales se complementan una a la otra en equilibrio.

Un ejemplo más común de una tensegridad es el globo de un niño. Cuando se examina como un sistema, la membrana de hule del globo puede ser vista como continuamente jalando (contra el aire adentro) mientras las moléculas individuales de aire están discontinuamente empujando contra el interior del globo manteniéndolo inflado. Todas las fuerzas externas golpeando la superficie exterior están inmediatamente y continuamente distribuidas sobre el sistema entero, significando que el globo es muy fuerte a pesar de su material tan delgado. Las llantas de un automóvil trabajan de la misma manera. Es su

integridad tensional en la llanta lo que permite una cantidad baja de fallas a pesar del desgaste por altas velocidades y kilometraje.

Una tensegridad es cualquier sistema equilibrado compuesto de dos elementos, un jalón continuo equilibrado por un empuje discontinuo. Cuando estas dos fuerzas están en balance, un sistema estabilizado con fuerza maximizada, es el resultado.

La tensegridad también se refiere a la manera de crear estructuras. El concepto de tensegridad fue inicialmente explorado por el artista Kenneth Snelson para la producción de esculturas tales como su alta Torre de Agujas de 18m de alto (1968). La idea fue adoptada en la arquitectura en los 80s con David Geiger quien diseñó la primera estructura significativa, un espacio de competencia para los juegos olímpicos de verano de 1988. El Georgia Dome, usado en los Juegos Olímpicos de 1996 es una estructura que funciona basada en la tensegridad.

El término tensegridad fue dado para Snelson por Buckminster Fuller quien aplicó la integridad tensional en algunos de sus famosos domos geodésicos. Según algunos autores los mejores sistemas estructurales del Universo son realizados por compresión aislada y tracción omnicontinua (siempre continua). Buckminster Fuller explicó que estos fenómenos fundamentales no eran opuestos, sino complementarios que podían ser encontrados siempre juntos. Tensegridad es el nombre para una sinergia entre pares coexistentes de leyes físicas fundamentales, como empujar y jalar, comprimir y traccionar, o repulsión y atracción. La Tensegridad es una contracción de estructuración de integridad tensional. Todos los domos geodésicos son estructuras de tensegridad, ya sea que las diferencias de tracción o compresión sean visibles al observador o no.

Entre más grande es la tensegridad más fuerte es elemento. El domo geodésico en Disney World, en Florida es un ejemplo. Teóricamente, no hay limitación al tamaño de la tensegridad. Hay teorías que afirman como las ciudades podrían ser cubiertas con domos geodésicos y que incluso planetas y estrellas (esfera de Dyson) podrían ser contenidas dentro de ellas.

El físico y científico de Harvard Donal Ingber explica:

“Los miembros que trabajan a tracción en estas estructuras ya sean los domos de Fuller o las esculturas de Snelson, marcan las rutas mas cortas entre miembros adyacentes (y son por lo tanto, por definición, acomodados geodésicamente) Fuerzas traccionadas naturalmente transmiten a ellas mismas sobre la distancia mas corta entre dos puntos, así los miembros de una estructura de tensegridad son precisamente colocados para soportar de mejor manera las tensiones estructurales. Por esta razón las estructuras de tensegridad ofrecen una máxima cantidad de fuerza”



Psylocibe Lunar Project
Presents:

VIII. The Lunar Psyrcus Project

El Psyrcus Project propone la búsqueda al regreso de lo básico, y lo efímero, a lo no fijo. Una forma de arquitectura que no quiere ser protagonista por su solidez, si no por su ligereza y fluidez. Como una hoja que flota, se posa en un lugar, pero con el viento se vuelve a marchar. Del mismo modo fluye el circo, como algo efímero y pasajero que a la vez perdura en el recuerdo.

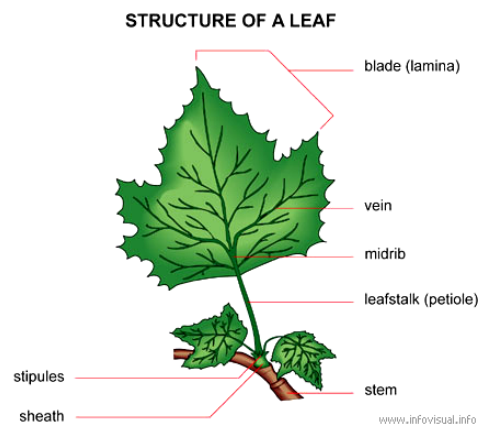
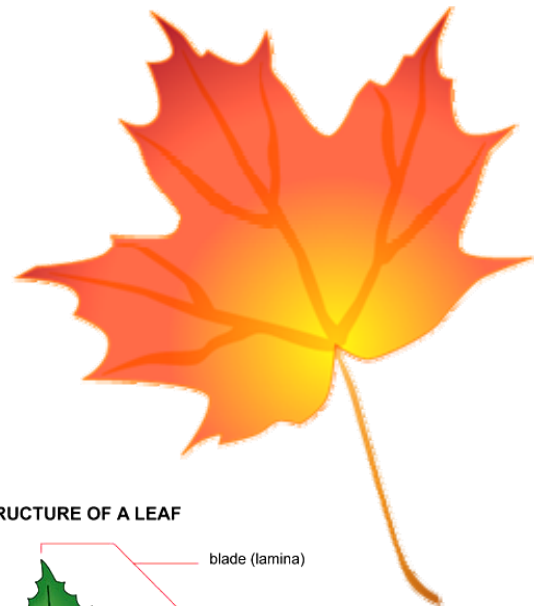
No solo el circo, sino también toda aquella actividad que requiere de movimiento y cobijo de la intemperie utilizan las tiendas. Estas pueden variar en tamaños según los requerimientos espaciales de cada uno.

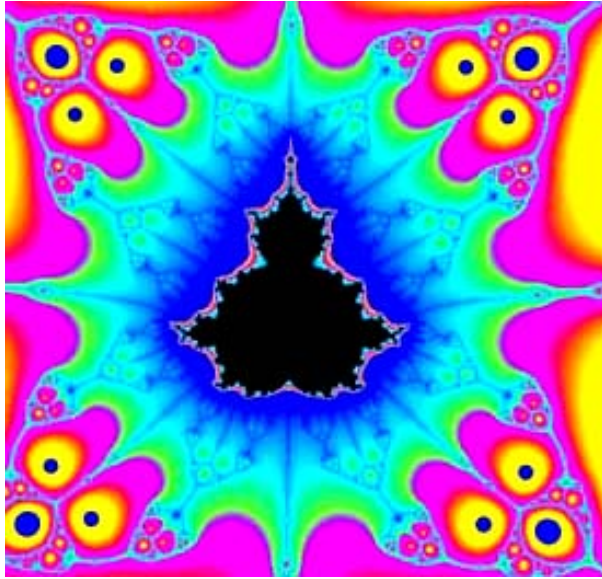
La geometría de las hojas cumple con simetría, y sus proporciones responden a patrones que no entendemos a simple vista, y que sin embargo nos transmiten armonía en su diseño. La ramificación funciona a modo de costillas además de servir como estructura y alimentar el tejido vegetal impermeable y flexible.

Las curvas son generadas a modo de un fractal, donde cada sección es una representación a escala de otra más. Imaginemos una construcción donde la cubierta fuera una hoja a escala monumental, sería una construcción autosuficiente en muchos aspectos. Y es uno de las propuestas futuras para este proyecto, el poder utilizar tejidos vivos o lo mas parecido posibles a modo de analogía para librar y cubrir claros.



El Psyrcus Project es una propuesta de





Si analizamos la geometría de la hoja encontraremos en ella un crecimiento fractal en sus partes. Dentro de la naturaleza y en fractales generados a base de programas podemos encontrar un diseño que aparece comúnmente, este es la forma del centro que aparece en la imagen de la izquierda, y que he tomado como forma base para el desarrollo del diseño del proyecto en planta, teniendo en cuenta su similitud con una hoja, siguiendo el concepto del movimiento previamente descrito.



La naturaleza tiene las formas más fascinantes, los diseños más creativos que sobrepasan al diseñador más imaginativo, con soluciones y respuestas siempre justificadas, donde los caprichos formales parecen no tener límite y su materialización es posible.

Aprendamos a observar lo natural y asimilar su orden y propuestas formales, analicemos tanto lógicamente como sensorialmente las sensaciones y pensamientos que genera en nosotros al percibirla. Redescubramos esa unión que nos hace humanos, reivindicando nuestro vínculo con el todo orgánico y natural, regresando al espacio libre, y abierto, buscando el refugio al espacio construido. En las imágenes superiores observamos la simetría de la naturaleza y la armonía en los patrones de su diseño, de igual manera la imagen de la derecha muestra una flor Alcatraz de cabeza, representando la idea de cómo podría ser una construcción ligera si hacemos una analogía de su membrana y forma.

Esta propuesta busca el poder preservar el arte tradicional del circo mexicano, aprovechando la tecnología para difusión de las artes circenses. El proyecto propone rescatar la sorprendente esencia del circo y despertar en las personas el interés por su conservación y practica, enseñarles a ver el circo como una manera de ser, vivir y de descubrir una parte de ellos mismos quizás desconocida para ellos.

El boom que se ha dado alrededor del circo en las ultimas dos décadas, en gran parte gracias al Cirque du Soleil, la compañía de circo mas importante y representativa del circo moderno; podría ser aprovechado como propela para promover el arte del circo dentro del país. El interés entre los jóvenes mexicanos por aprender a dominar alguna disciplina circense ha crecido notoriamente. Si este movimiento cultural contara con algún fomento para su imparticion podría resultar exitoso dentro de la sociedad como una manifestación de arte popular.

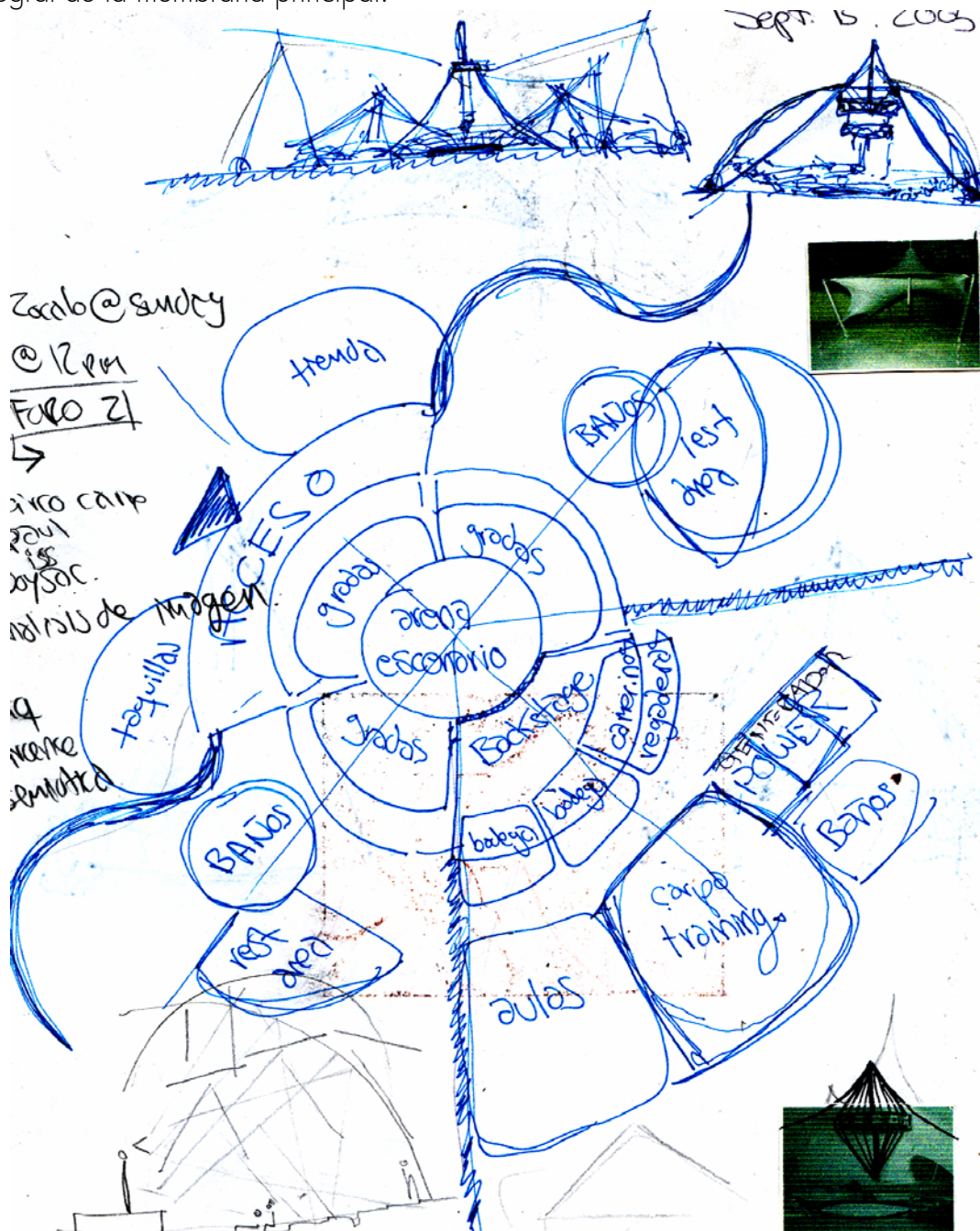
Aunque existe un interés por las artes del circo, no existe aun una escuela en el país que del cauce académico a las manifestaciones del circo. Otros países como Ucrania, Rusia, Francia y Alemania, España, y en América Argentina, Brasil, Estados Unidos, Cuba entres muchos mas cuentan con escuelas, e incluso universidades, que tienen resultados retroalimentativos dentro del movimiento.

Es importante que México empiece a darle este cause académico para promover el arte circense positivamente. El circo es como cualquier otro arte escénico digno de estudio y reconocimiento. El país ya ha producido grandes artistas de circo tales como Alfredo Codona, primer trapeceista mexicano que logró el triple salto mortal en 1927. A partir de Codona – explica Julio Rebolledo en su libro *La fabulosa historia del circo en México*- muchas familias de circo comenzaron a emigrar hacia el exterior para presentar actos de calidad, entre ellos los hermanos Atayde con sus ejercicios que realizaban en barras. El país cuenta con personas capaces de lograr números con grandes grados de dificultad, pero requiere de apoyo para la difusión de este arte descuidado por el pueblo.

El Psycus Project se enfoca en cuidar aspectos tanto de isoptica como de acústica, teniendo en cuenta que son los dos sentidos que están en más relación directa con el espectáculo ofrecido al interior, aunque también propone que el olfato sea utilizado con aromatizantes que evoquen distintos paisajes. Los postes son evitados para que todos los usuarios al interior puedan disfrutar de una buena visual, sin importar la sección de su boleto, optimizando de este modo tanto la función como la rentabilidad en venta de boletos. Debido a la geometría curva al interior del recinto podrían resultar ecos los cuales son evitados con la orientación del sonido y en dado caso una capa extra al interior de la membrana absorbente de sonido ubicado en las puntas altas.

Función y Forma

El diseño de la membrana basada en el concepto de la hoja, y en la disposición de espacios pudo conjuntarse de modo que función y forma tuvieran una dialéctica constante entre ellas y todos los componentes que la conforman. En los croquis de abajo podemos apreciar las primeras ideas sobre la disposición de espacios, al igual que los criterios estructurales que fueron fundamentales como guía para el desarrollo integral de la membrana principal.

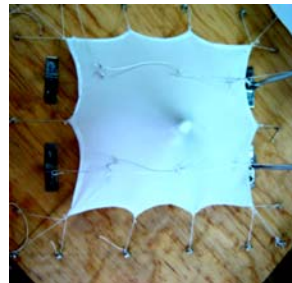




La Propuesta Estructural

Los croquis en la parte superior muestran el inicio de la propuesta estructural, esta planteaba el uso de un poste cable flotante y/o el de un anillo traccionado. Ambas propuestas buscan solucionar un problema muy común, previamente mencionado en la sección de análogos los cuales usan cuatro postes de los cuales dos de ellos siempre interfieren en la isoptica, es decir que la visual es obstruida.

Esta propuesta retoma la geometría original de las carpas con un solo apoyo al centro, solo que soluciona la forma sin obstruir el espacio escénico ni la visual del recinto. En la imagen anterior tenemos uno de los primeros croquis con estas ideas. Observamos cuatro postes traccionando un anillo al centro, el cual sirve para cargar a su vez el equipo de iluminación, sonido, al igual que los aparatos para la acrobacia aérea. Al frente de la carpa principal se observan dos carpas secundarias dedicadas al acceso, unidas por un pórtico de membrana y un pequeño patio al centro.



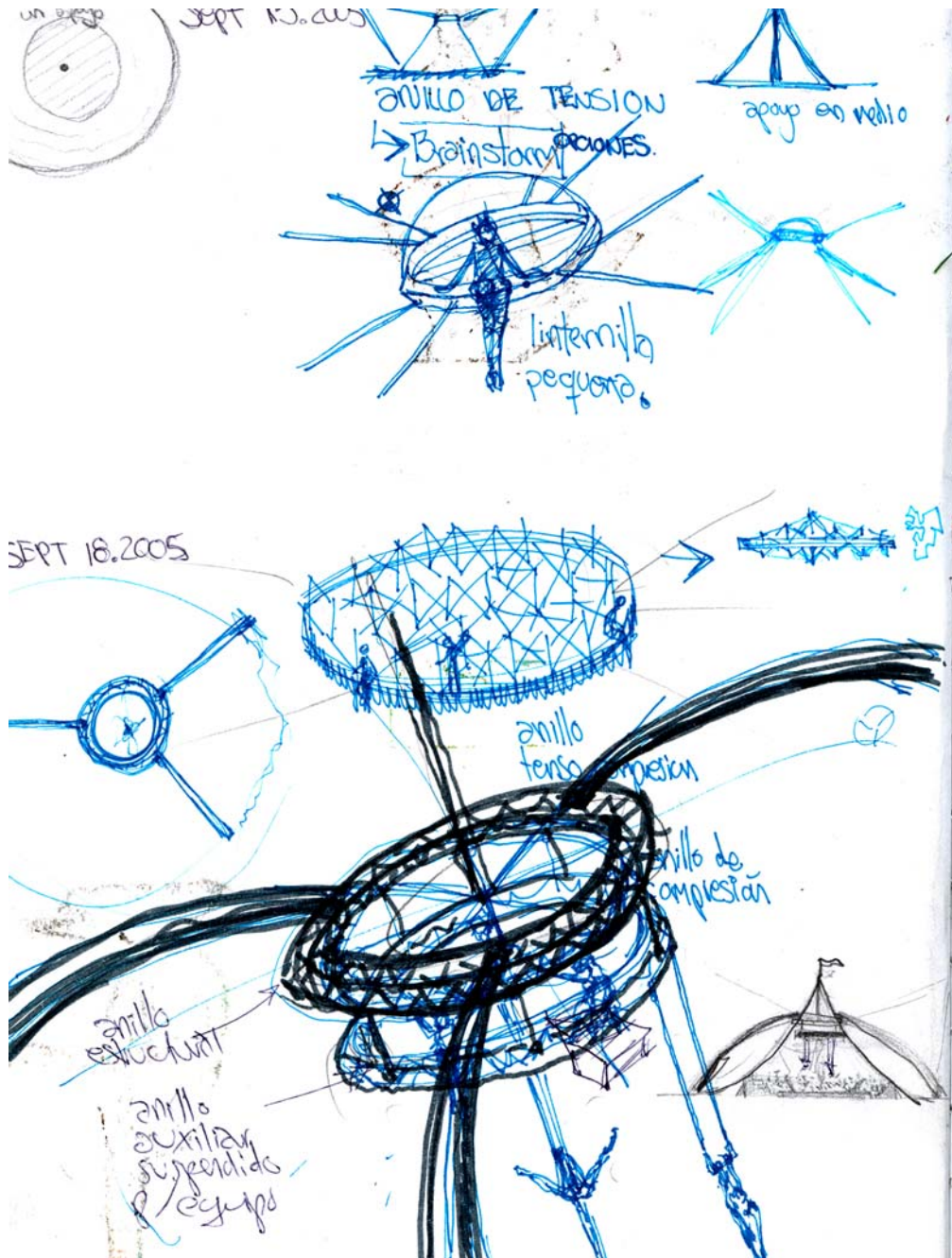
Las imágenes de la izquierda son maquetas de estudio donde podemos ver la forma tradicional lograda con el menor número de postes (1) pero que como desventaja, obstruye el área escénica.

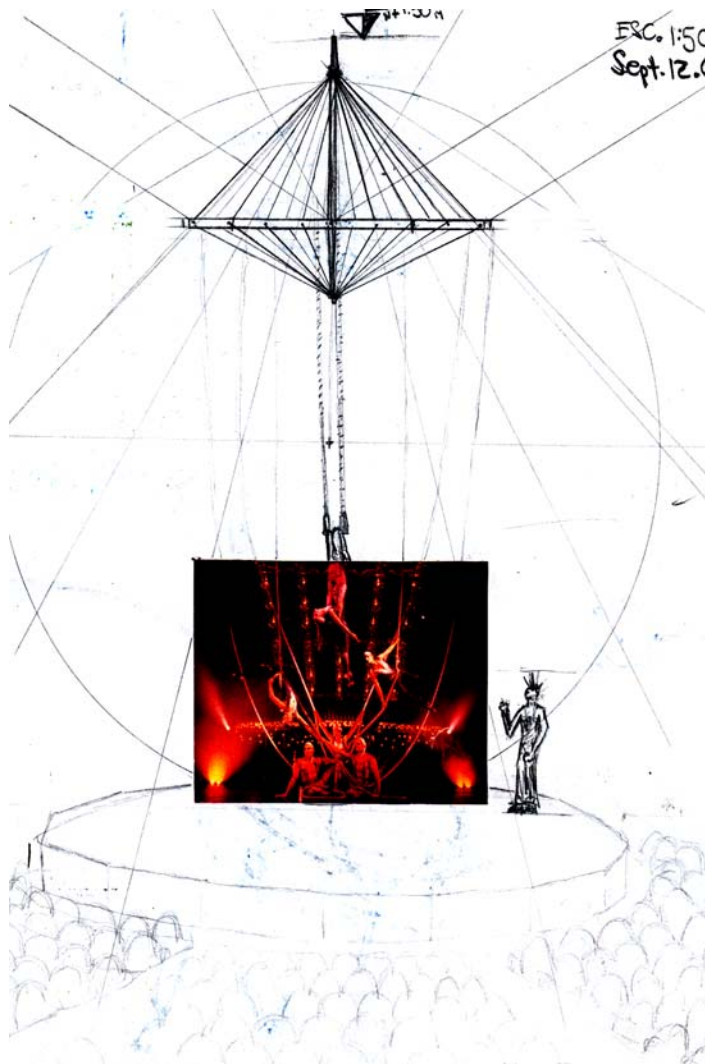


Las últimas dos imágenes también son parte de las maquetas de estudio, representando la misma forma, pero lograda sin ningún apoyo al centro, la altura de la carpa se logra al jalar el anillo central

hacia el perímetro. Podemos comparar como la forma es muy similar, y darnos cuenta como se puede librar un claro sin necesidad de un poste al centro.

En la imagen inferior podemos ver una serie de hipótesis iniciales. De arriba hacia abajo, observamos el contraste de un corte con postes traccionando un anillo, y el de una carpa con un solo apoyo al centro. También tenemos un zoom de una linternilla, la cual a su vez sería el anillo de tracción. A la mitad de la página tenemos un anillo de tracción compuesto por una serie de postes flotantes, funcionando a base de tensegridad. Finalmente en la parte inferior tenemos una alternativa que esta solucionada a base de arcos con un anillo de compresión al centro, del cual se descuelga el equipo de luz, sonido, al igual que los aparatos.





El Anillo de Tracción

En la imagen de la izquierda tenemos una evolución de las primeras hipótesis, y la primera propuesta de uno de los elementos estructurales más significativos y representativos del Psycus Project, el anillo de tracción con poste cable.

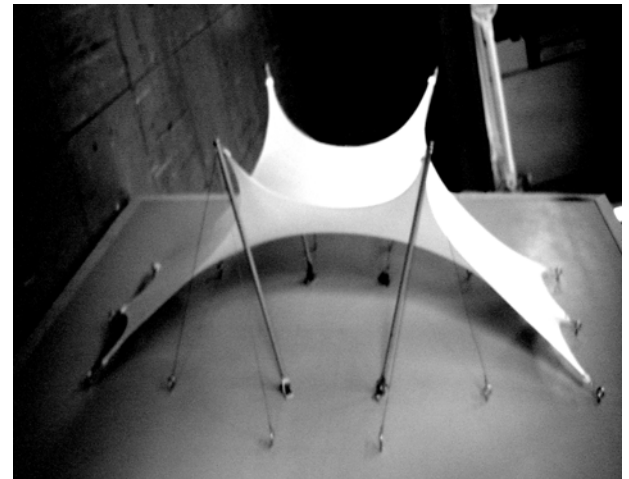
Tenemos un anillo traccionado a 3 puntos altos ubicados sobre el perímetro de la carpa principal. También observamos un poste flotante mantenido en equilibrio por una serie de cables trenzados de acero que se encargan de jalarlo hacia el anillo, y son todas estas fuerzas lo que lo mantienen erecto. Este poste es lo que alza a la membrana, dando la apariencia desde el exterior de la existencia de un poste central, aunque al interior no exista ninguno, y espacio escénico este liberado.

Los postes son ubicados al exterior de las gradas, de modo que ninguno de ellos se interponga a la visual del espectador, y logrando así una mayor rentabilidad con respecto a la venta de boletos, ya que su precio no disminuye.



Inicialmente la propuesta planteaba un poste flotante traccionado hacia arriba por tres postes, pero resultaba menos estable al momento de la erección de la carpa, debido a que las fuerzas debían ser balanceadas apropiadamente para que el sistema funcionase correctamente manteniendo el poste flotante en un Angulo de 90 grados con respecto al suelo.

En la imagen izquierda tenemos un ejemplo de un poste flotante, notemos como se logra un punto alto al centro, sin que el apoyo toque el suelo (maqueta elaborada por el laboratorio de estructuras de la facultad de arquitectura).



Las imágenes anteriores son maquetas hechas por el equipo de trabajo del laboratorio de estructuras de la Facultad de Arquitectura, dirigido por el Dr. Oliva, en el edificio de posgrado. Notemos el dinamismo y curvaturas semejando organismos vivos.

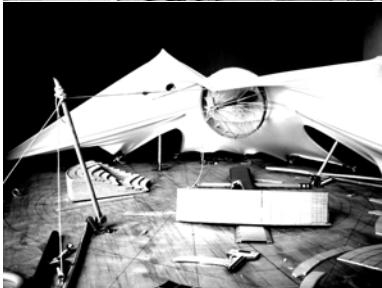
Empezando de arriba, de izquierda a derecha podemos ver un poste inclinado con una articulación en la base, y mantenido en equilibrio por dos cables que jalan hacia los anclajes. La imagen q sigue es un acercamiento del poste flotante, seguida por otro diseño orgánico con cuatro postes actuando como puntos altos, y seis puntos bajos. En la imagen izquierda notamos una serie de paraboiles hiperbólicas unidas por el mismo textil, logrando esta geometría gracias a la disposición de los puntos altos y los puntos bajos.



La imagen de la izquierda es una maqueta de estudio, donde buscaba lograr texturizar la superficie de la membrana a base de foniculares, una vez mas parece q hay postes debajo de las puntas, pero son tan solo linternillas jaladas hacia arriba por un cable de acero, este estudio de foniculares fue muy útil para determinar la geometría final de la carpa principal.

Estructura, Forma, y Función

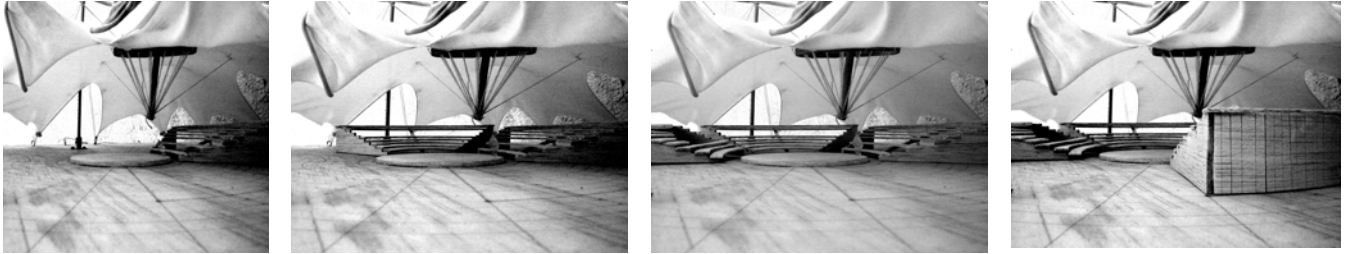
La propuesta arquitectónica es una analogía de la naturaleza, e intenta solucionar problemas comunes en las carpas existentes como son la isoptica, la acústica, y la ventilación. Al igual que la naturaleza tratamos de conjuntar el todo, trabajando dialécticamente con distintos factores, solucionando paralelamente aspectos tanto formales, como espaciales y constructivos.



La solución propuesta reduce el número de postes de cuatro a tres, aunque propone una pieza extra que es el anillo de tracción. Esta propuesta evita la obstrucción de la visual, además de generar un espacio libre de cualquier apoyo, maximizando el espacio tridimensional bajo la membrana.

Para poder llegar a la propuesta final se realizaron maquetas de estudios previos, las cuales fueron modificando, y gracias a ellas se pudieron identificar tanto errores como aciertos, y fue una de las herramientas más útiles al momento de solucionar problemáticas sobre la geometría y estructura del elemento arquitectónico.

La Evolución de la Forma



En las imágenes de arriba podemos observar una de las primeras versiones en maqueta del poste flotante. Notemos como la punta inferior del poste flotante esta siendo jalado o traicionado hacia los puntos altos de los postes, estos jalan hacia arriba al poste cable flotante, el cual a su vez empuja hacia arriba a la membrana, logrando el punto más alto de la carpa.

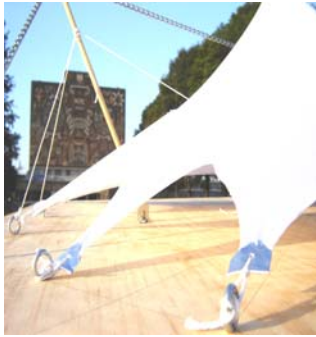


Desde el comienzo del proyecto el montaje fue un punto que era importante tener claro al momento de diseñar la estructura y especificar el proceso de montaje.

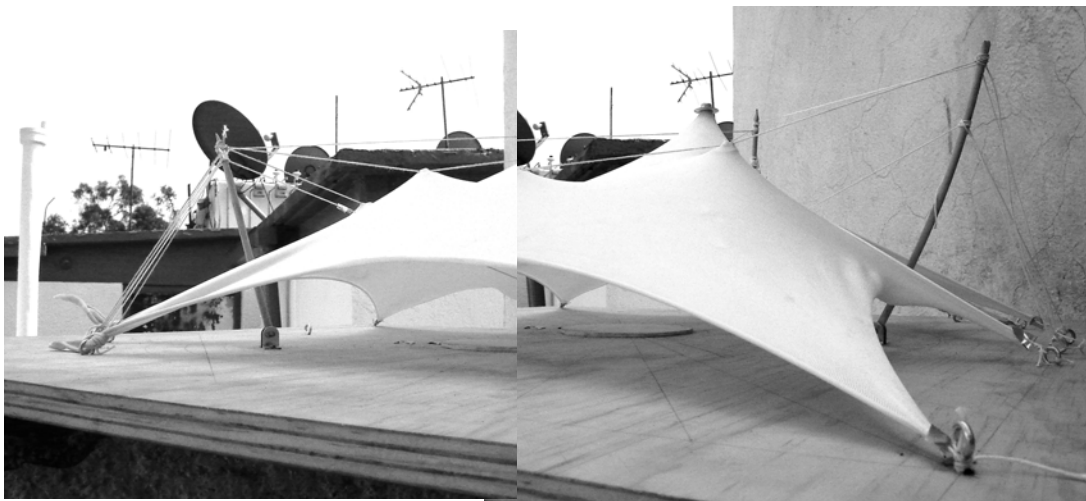
La secuencia de montaje no cambio mucho desde las ideas iniciales. Se montan los postes, se coloca la membrana extendida sobre el piso, se colocan los cables de postes a linternillas y fonculares, después con motores o grúas se comienza a jalar o traccionar las linternillas hasta que el anillo de tracción principal esta al nivel deseado, luego se comienza a jalar la membrana hacia el perímetro hasta anclar los apoyos donde ya fueron previamente trazados sobre el terreno.



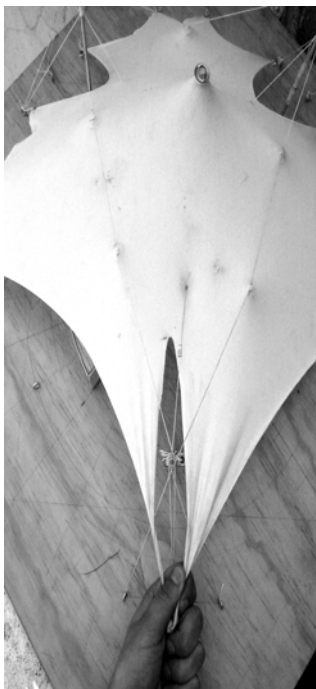
En esta imagen podemos ver como los postes ya han sido colocados y la membrana elevada junto con el poste flotante. Después de eso notamos como se jala la membrana hasta los puntos bajos perimetrales hasta ser anclados.



En las imágenes de la izquierda tenemos una de las primeras maquetas que se acercaban a la propuesta final. Notemos como el diseño da la apariencia de tener un poste al centro aunque como ya mencionamos, es tan solo una ilusión óptica.

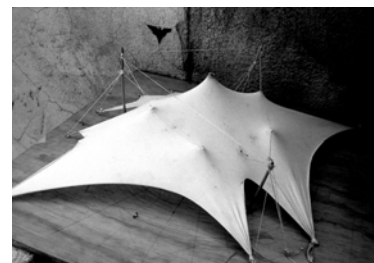


En la propuesta de hasta arriba no contamos con foniculares, notemos como la membrana es mas sencilla, mientras que en la foto superior ya se cuenta con fonicuales, esto con la intención de lograr una mayor altura, y una textura exterior mas interesante.

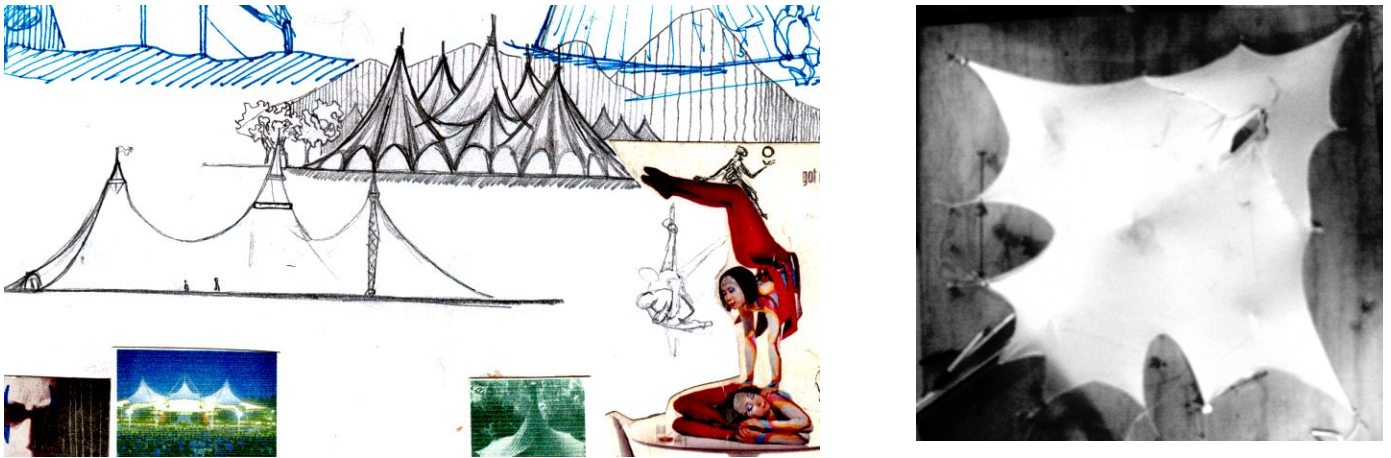


Aquí podemos notar la dirección hacia donde es jalada la lona al momento del montaje después de ser elevada, y como son guiados los foniculares sobre el cable de acero.

Observemos la segunda y tercera imagen, notando su geometría, los postes, y las sombras que generan los foliculares sobre la cubierta.



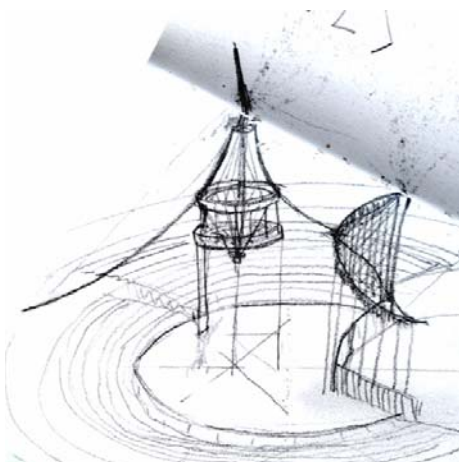
Versiones Finales



La foto de arriba es un croquis inicial, representa la fachada principal y un corte hipotético de cómo podría ser la forma de la membrana. El diseño consistía de el punto más alto al centro de la membrana para darle jerarquía a la carpa principal, con dos puntos medianos a los costados flanqueando al elemento principal, con puntos más bajos en la parte de atrás, esto para simular un conjunto de membranas, como una aldea, pero compuestos por una sola cubierta. En la imagen superior derecha observamos la planta de la membrana. Si ponemos atención es la carpa de la página anterior, pero se le ha agregado un tramo extra de membrana, esto es con la intención de ampliar el espacio cubierto, integrando la carpa de calentamiento y entrenamiento a la carpa escénica principal.



La idea del poste flotante resultó menos estable con tres puntos a diferencia del anillo de tracción, el cual presentaba menos problemas de equilibrio que el poste flotante. El anillo de tracción fue desarrollado en una escala, para una mejor apreciación de la estructura.



A diferencia del primer anillo desarrollado en maqueta, este resultó visualmente más ligero, y ocupaba menos espacio dentro del recinto.





De izquierda a derecha vemos las últimas maquetas de la membrana principal con taquillas, al centro tenemos las taquillas que son una propuesta híbrida de caja de tráiler con postes y membrana, al igual que la tercera imagen representando la cafetería tipo.



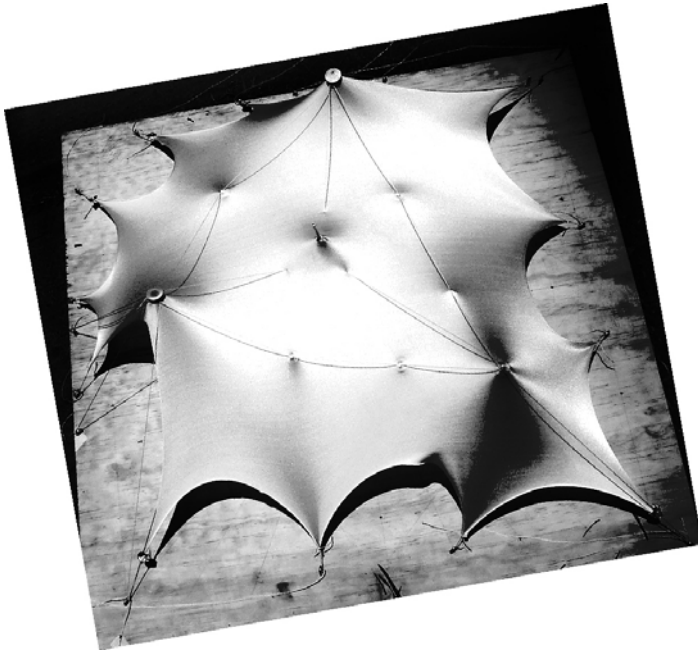
El sistema del escenario al igual que el de graderías y sus circulaciones son un aspecto muy importante. El escenario al igual que en el circo romano representa un papel muy importante en la escenografía, como en la de efectos especiales y espaciales del circo.



Sin embargo la propuesta de la membrana es versátil y multiusos, el espacio puede utilizarse para una amplia gama de actividades, siempre y cuando el espacio sea suficiente para realizarse. La membrana puede utilizarse para artes escénicas, conciertos, exposiciones, talleres, eventos sociales, albergue, etc. Las características del mueble lo hacen versátil y ligero a la vista.

Vale la pena notar que la propuesta de los postes representan poste cables, los cuales tienen una sección mayor al centro debido a

q ahí es donde ocurren los mayores esfuerzos y donde es más probable que el poste se fracture debido a su doble articulación. Debido a esto la sección del poste al centro debe de ser mayor. De este modo el centro de los postes trabajan a tracción mientras que los cables trabajan a tracción maximizando la resistencia de los postes y minimizando el peso de los mismos.



En la imagen izquierda podemos ver la última maqueta de trabajo que ayudo a determinar la geometría final de la membrana principal, ya ajustada a la planta del fractal, con los ajustes necesarios en el anillo de tracción al igual que en los postes-cable y funiculares.

Es importante tener en cuenta que la mejor orientación de la carpa principal es con el acceso (esquina superior izquierda) hacia el noreste, aunque durante el día las cubiertas de las relingas pueden ser alzadas, y de este modo generar una ventilación cruzada.

También podemos ver un acercamiento del cableado que corre desde la punta de los postes a través de la membrana hasta el anillo de tracción, y de la punta de los postes a través de los funiculares hasta la punta del poste adyacente.

Vale la pena notar que el textil utilizado para la maqueta nos representa los esfuerzos balanceados, y las propiedades de la tela trabajando mecánicamente para equilibrar el sistema estructural.

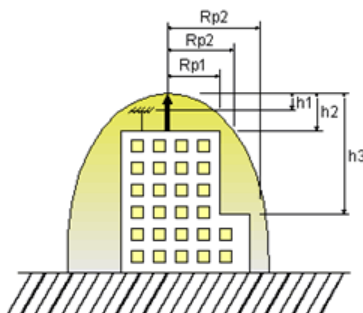
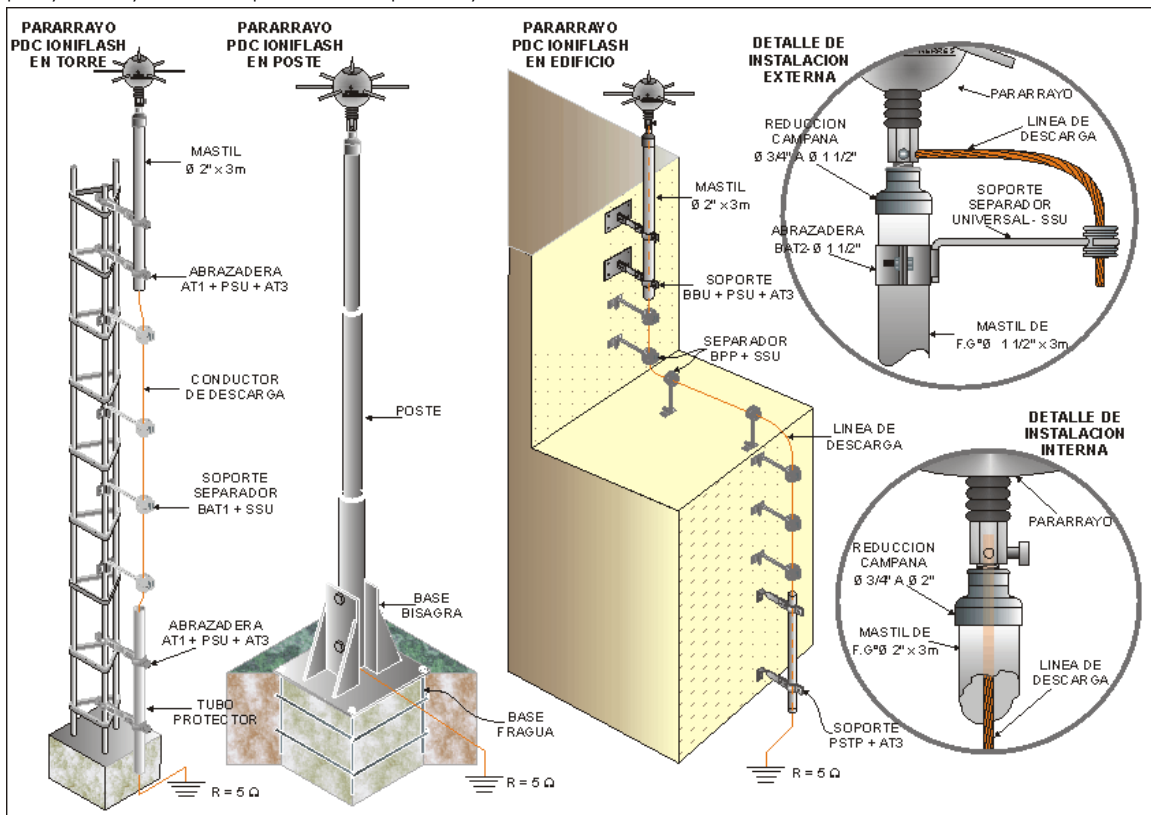


En esta imagen observamos la fachada final, podemos notar las curvaturas de la punta de los postes a la punta del poste flotante. Observamos que el poste central ha disminuido de tamaño y ya no está tan inclinado como en las versiones preliminares.

Los pararrayos son utilizados para recibir y transmitir los rayos que son generados entre las nubes y la tierra. Estos son recomendados ya que de lo contrario el rayo puede afectar tanto a la estructura como al equipo que se encuentre dentro de ella, además de poder causar un incendio y resultar peligroso para los usuarios.

El radio de protección del pararrayos depende de su altura (h) respecto a la superficie a proteger, y el nivel de protección elegido.

Existen ecuaciones con variantes que son sustituidas según los datos de nuestro proyecto y los del producto que vayamos a utilizar.



Los factores determinantes son el área a cubrir, así como la altura del punto más alto donde se colocara el pararrayos. Se propone un Ioniflash fabricados por France paratonnerres nivel 2 colocado a 22 metros de altura, obteniendo un radio de 80m de protección en contra de rayos.

<http://www.barnizuv.com/>

La captación de agua pluvial

Se propone colocar recipientes tipo tinas en las bajadas de agua de la membrana principal para la captación de agua pluvial, esto con el objetivo de adquirir y reciclar el agua pluvial, usándola para tareas de limpieza dentro del conjunto. También se recomienda realizar un pequeño zanjado al perímetro de la carpa principal para evitar que el agua se introduzca al interior.

La Difusión

Como ya se mencionaba en capítulos previos, el espacio arquitectónico juega un papel importante en el desarrollo de las actividades circenses. Dentro de nuestra sociedad se deben revalorizar los conceptos que componen nuestros ideales prototipos de la imagen.

La difusión de las artes circenses en el país no es mucha, pero cada vez hay más. Un movimiento que toma un segundo aire, y que es momento de fomentar y apoyar como manifestación artística dentro de una nueva escena de arte mexicano, tanto para nosotros mismos como para ofrecer números o espectáculos competitivos a nivel internacional, tanto en creatividad como en técnica.

México ya ha ofrecido trapecistas de alto nivel en su historia circense. Si los espacios necesarios existieran sería más fácil el fomento, difusión, práctica y precisión de las artes circenses en el país. La ciudad de México cuenta con espacios donde se pueden realizar estas actividades como parques al aire libre, casas de cultura, centros comunitarios, y carpas instaladas.

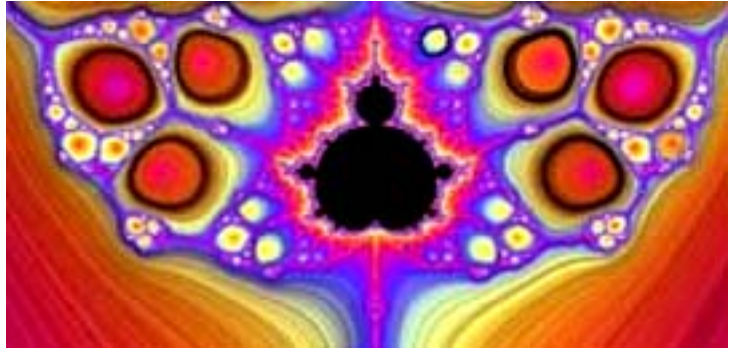
Una escuela de circo mexicana no es una idea nueva, pero no ha podido materializarse aun. El Psycus Project no pretende decir que sea una escuela, pero la intención de difundir también incluye talleres básicos de circo.

La propuesta de difusión también trabaja con membranas más pequeñas para la presentación de pequeños números.

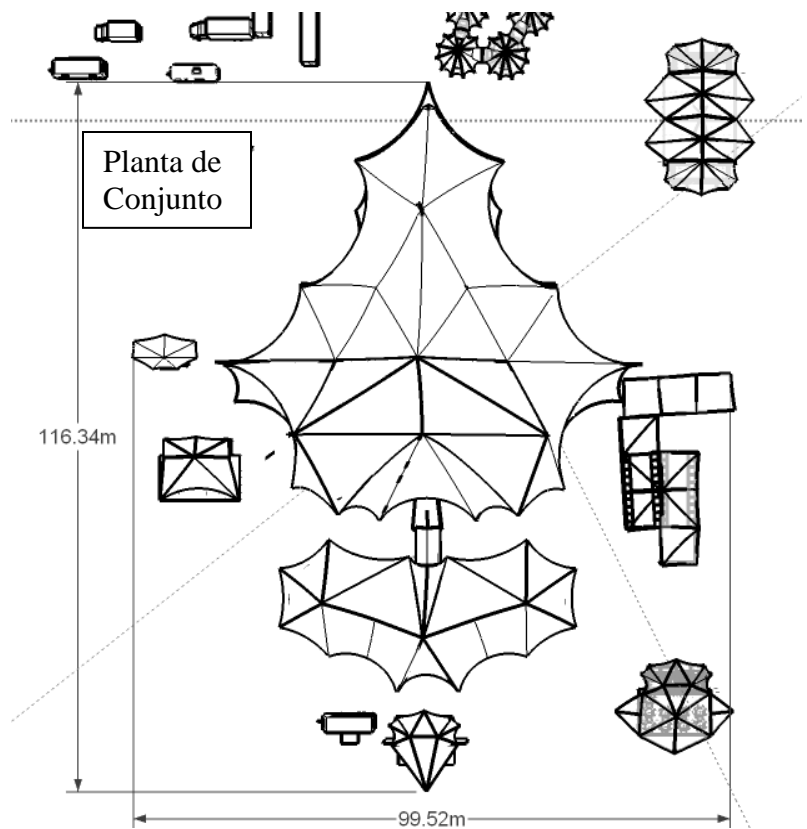
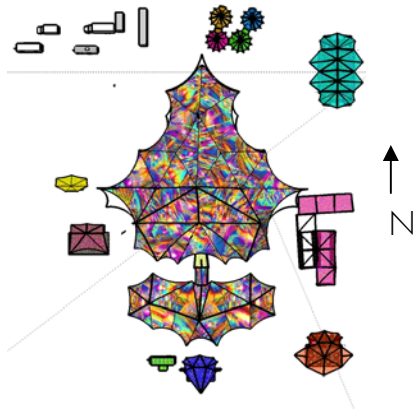


IX. La Propuesta Arquitectónica

Ya anteriormente se menciono lo que es un fractal. La imagen de la derecha esta diseñada por *Technological* utilizando programas de cómputo. Al centro delineado con rojo podemos identificar un fractal fácil de encontrar y el cual se ha empatado con el diseño de una hoja, para poder llegar al diseño de la planta arquitectónica.

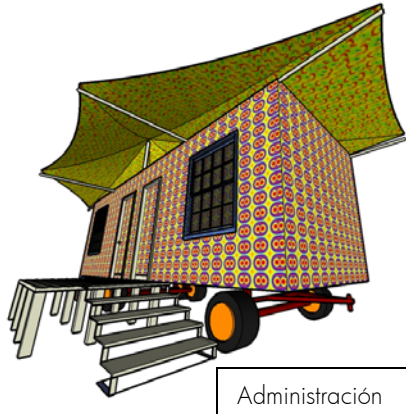


Siguiendo este concepto, el diseño formal de los elementos complementarios del conjunto arquitectónico conservan su carácter propio, y mantienen a la vez un dialogo con los demás, formando parte de un todo (imagen derecha inferior).



La disposicion de los distintos elementos depende de los metros cuadrados disponibles, considerando que un área promedio para q todo quepa apropiadamente seria de aproximadamente 10,000m². La orientación del conjunto puede variar y ajustarse a la geometría y dimensiones del terreno. Durante el día la carpa se abre, de modo de incrementar la iluminación natural y la ventilación cruzada, se propone orientar a la carpa principal según la imagen superior, aunque también puede estar orientado hacia el noroeste o noreste para conservar la ventilación cruzada. Los demás inmuebles pueden ser predispuestos según mejor convenga para el funcionamiento del conjunto.

Los híbridos

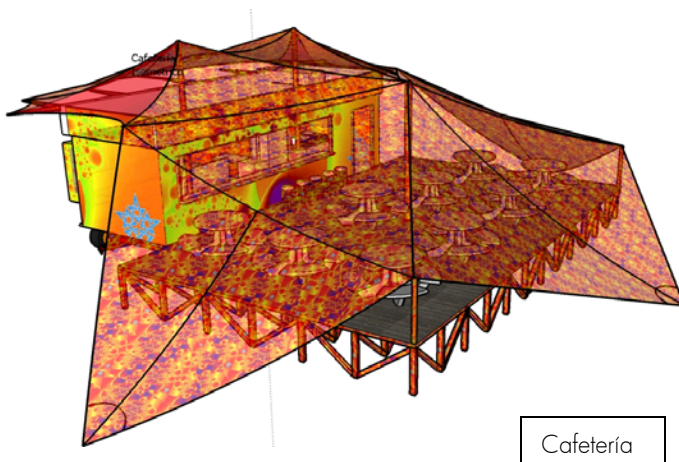
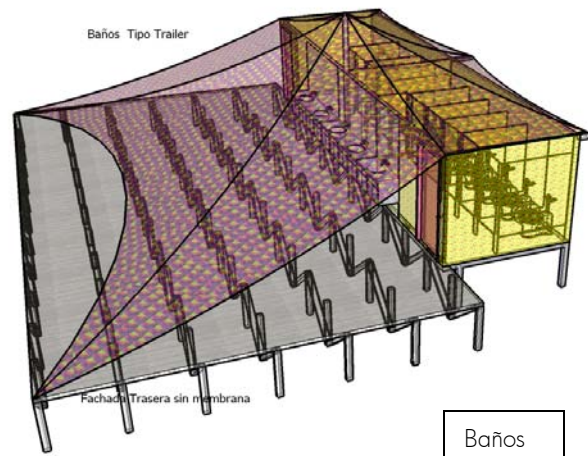


Los trailers al igual que las membranas cuentan con la ventaja de ser adaptables y versátiles con respecto a su fácil traslado y montaje, además de que pueden ser utilizados para almacenar y trasladar cosas.

Esta propuesta móvil retoma conceptos y mobiliario que ya son parte de los circos actuales, como son las cajas de trailer. La mayoría de los circos actuales utilizan cajas de trailer como elementos arquitectónicos del conjunto como son las taquillas y cafeterías, además de ser espacios donde se

transportan diversos elementos que conforman al circo, y que en algunos casos también son utilizados como viviendas por personal durante las estancias.

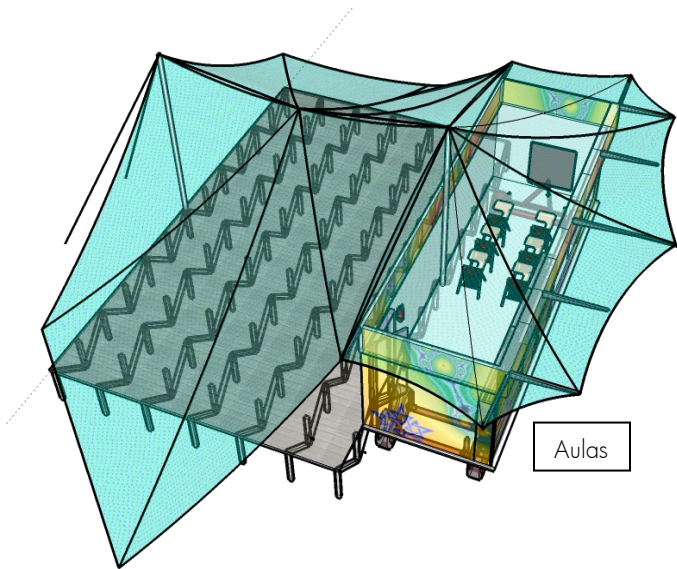
Las propuestas arquitectónicas están compuestas por dos elementos principales: la membrana y la caja de trailer. Ambas son importantes tanto en el diseño de la forma y función como en su constructibilidad y la versatilidad de su transportación y montaje. También las plataformas modulares con paneles en su mayoría rectangulares en proporciones a 1.20m son utilizadas. Estas plataformas permiten evitar accidentes en terrenos arcillosos y mojados.



constructivos, piezas de repuesto, equipo, mobiliarios, etcétera, cumpliendo con varias funciones.

Las plataformas facilitan la circulación en distintos tipos de terreno y topografía. Estos paneles previenen que el agua penetre a los muebles, y sirven como lastres y anclajes para los postes y cables que traccionan a las membranas. Estos elementos pueden ser transportados armados, listos para funcionar prácticamente al momento de llegada. Las cajas pueden también servir para el transporte de material, elementos

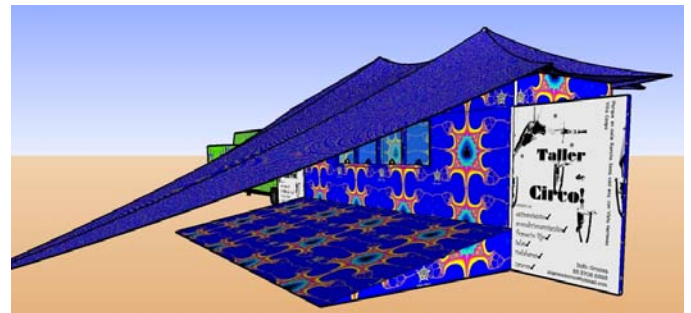
Siguiendo el mismo eje de diseño de la membrana principal, los elementos complementarios a las funciones del circo están compuestos en parte por membranas que siguen los mismo patrones de diseño, y que aunque sus formas son diferentes conservan un dialogo formal que los integra a todos como elementos de un todo. Conservando cada uno de ellos su propio carácter funcional, y respondiendo todos a los mismos principios constructivos de tracción y compresión.



Algunos son Diseño tipo e incluso modulares, por lo que dan mayor versatilidad, y ofrecen la posibilidad de ampliación en caso que los requerimientos espaciales incrementen.

La versatilidad del mueble da mayor variedad en las opciones tanto de diseño como de función para los distintos elementos, y da la oportunidad de adaptar los elementos constructivos a una amplia variedad de tareas y respuestas espaciales.

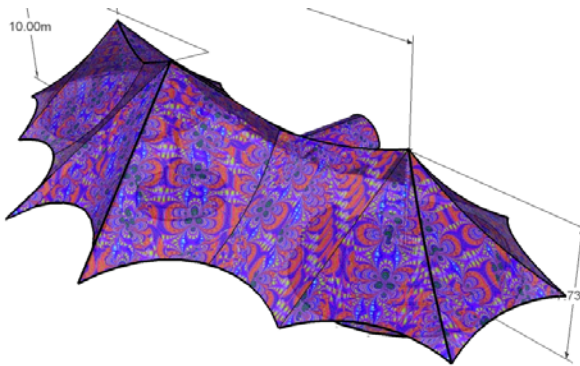
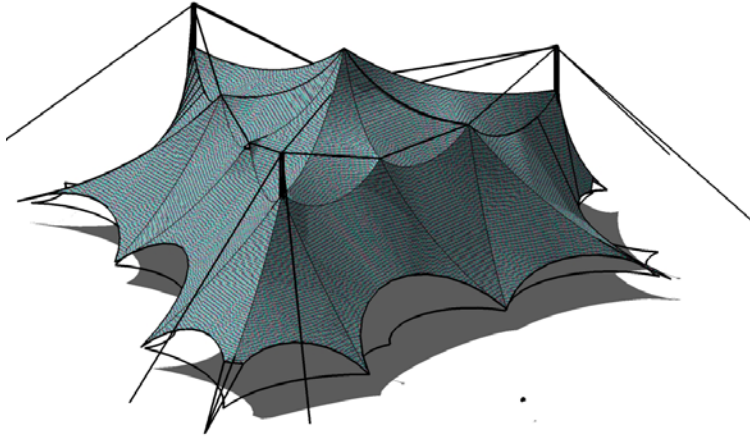
Los elementos arquitectónicos que el Psyrus Project propone con soluciones híbridos son: Taquillas Tipo, Cafetería Tipo, Aula Tipo, Administración Tipo, y Baños Trailer Tipo. Las cajas pueden permanecer armadas todo el tiempo o ensamblarse en sitio.



Las carpas

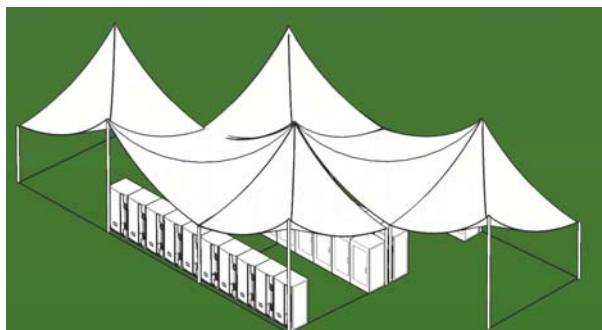
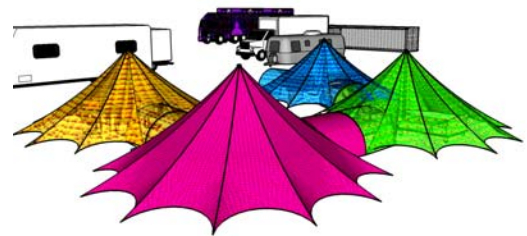
Además de los híbridos, el proyecto propone carpas para los elementos de: Carpa principal, carpa de acceso, carpa dormitorios, y carpa para baños portátiles.

El elemento principal a tratar es la carpa escénica. Aunque se mencionan y muestran propuestas de cómo podrían ser los demás elementos. Las carpas utilizadas emplean membranas con postes para los puntos altos y estacas traccionando la membrana a los puntos bajos.



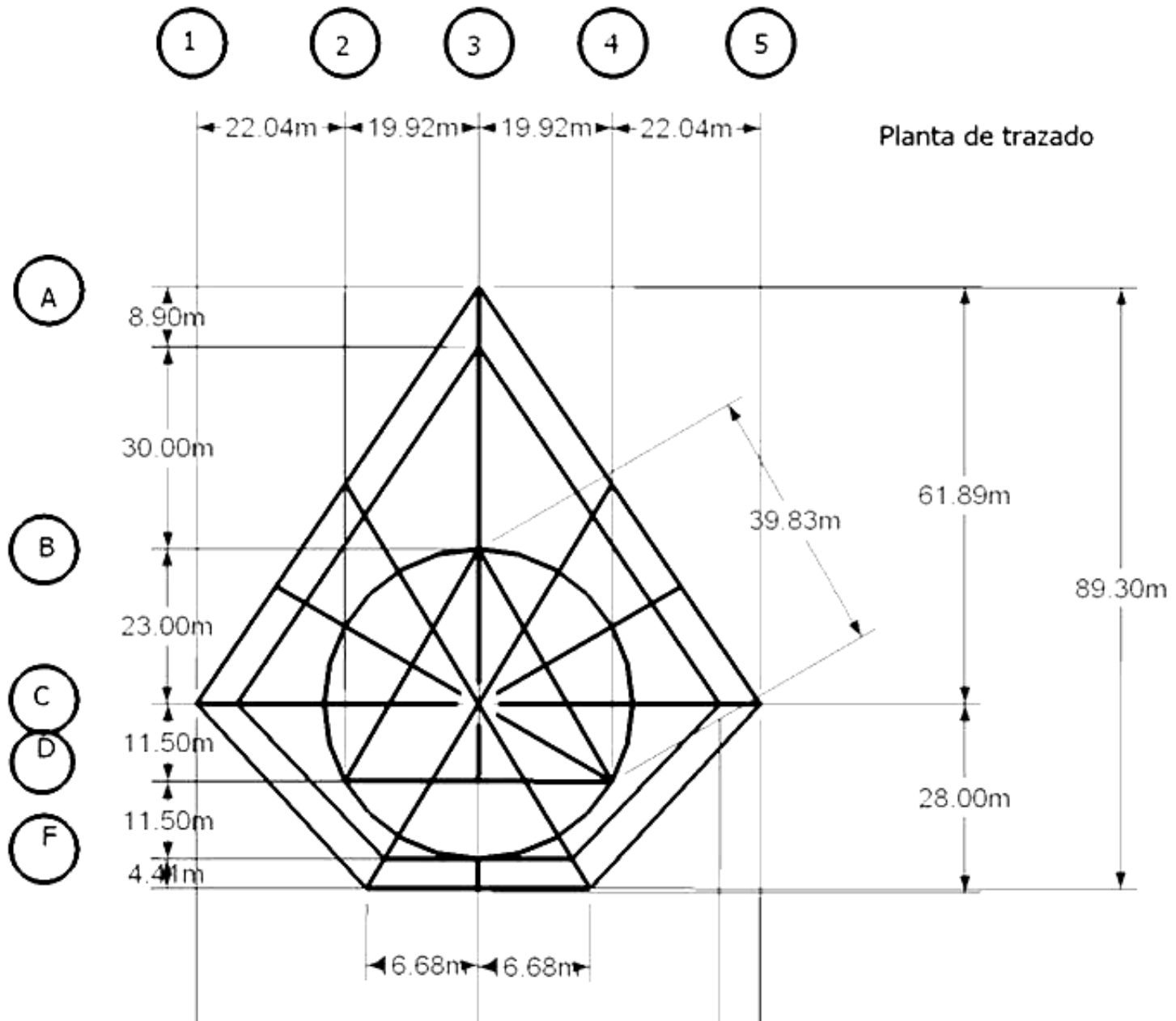
La carpa principal alberga el escenario y gradas para el espectáculo además de tener los camerinos, y carpa de calentamiento al fondo (imagen superior). La carpa de acceso contiene la tienda de dulces, la de regalo, además de un área para descansar durante el intermedio (imagen izquierda).

Actualmente los campers o casas móviles son muy comunes dentro de las familias que trabajan en el circo, su versatilidad de movimiento ha hecho de ellos la vivienda idea para satisfacer tal requisito. Se ha propuesto el regreso a lo básico, en relación a la vivienda, utilizando tiendas que requieren un solo apoyo al centro y que pueden ser interconectadas entre si para satisfacer las necesidades espaciales de cada grupo o familia. Estas carpas pueden proporcionar un cobijo para quien no cuenta con una casa sobre ruedas, y también pueden agregar valioso espacio extra para quienes lo hacen.

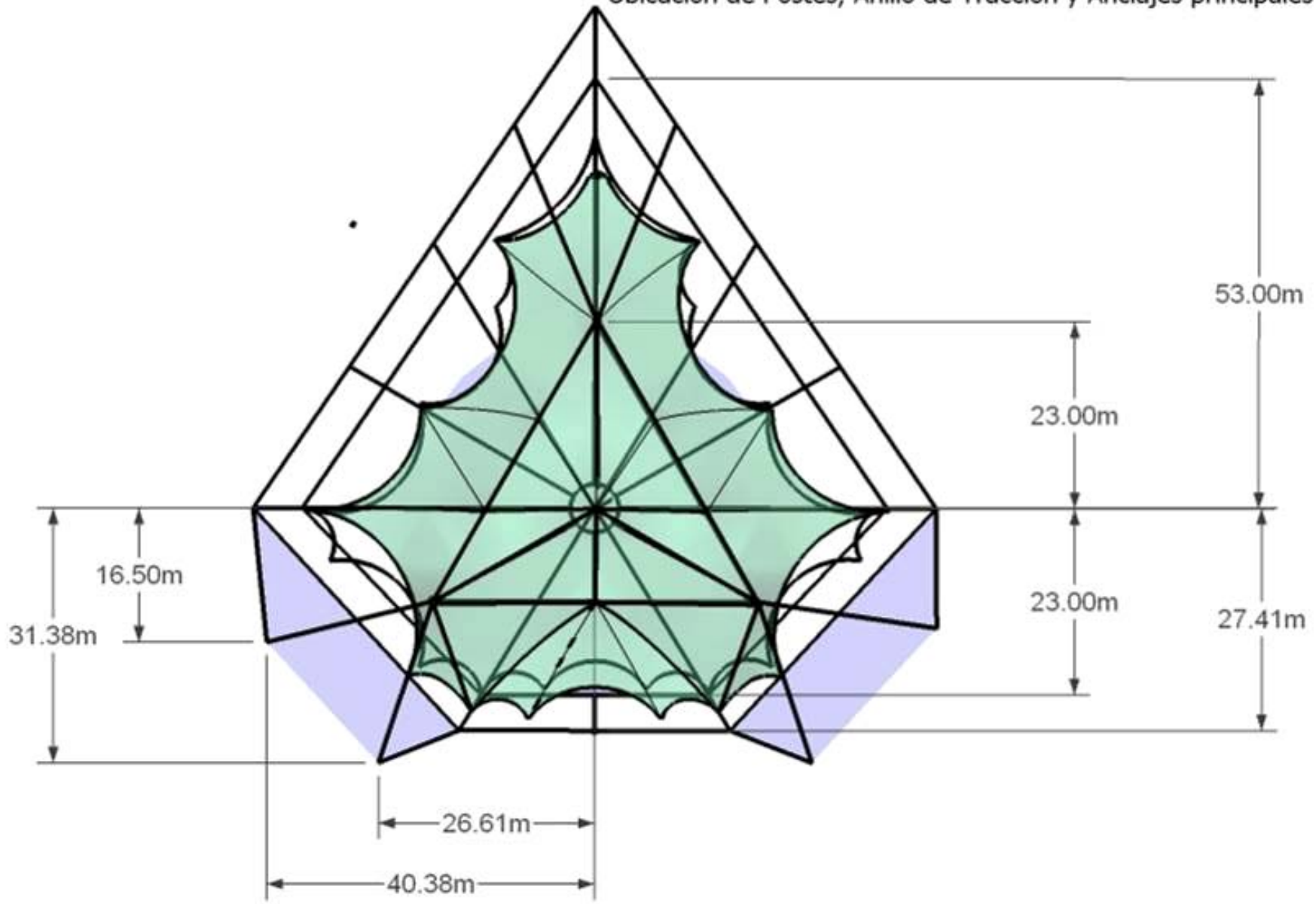


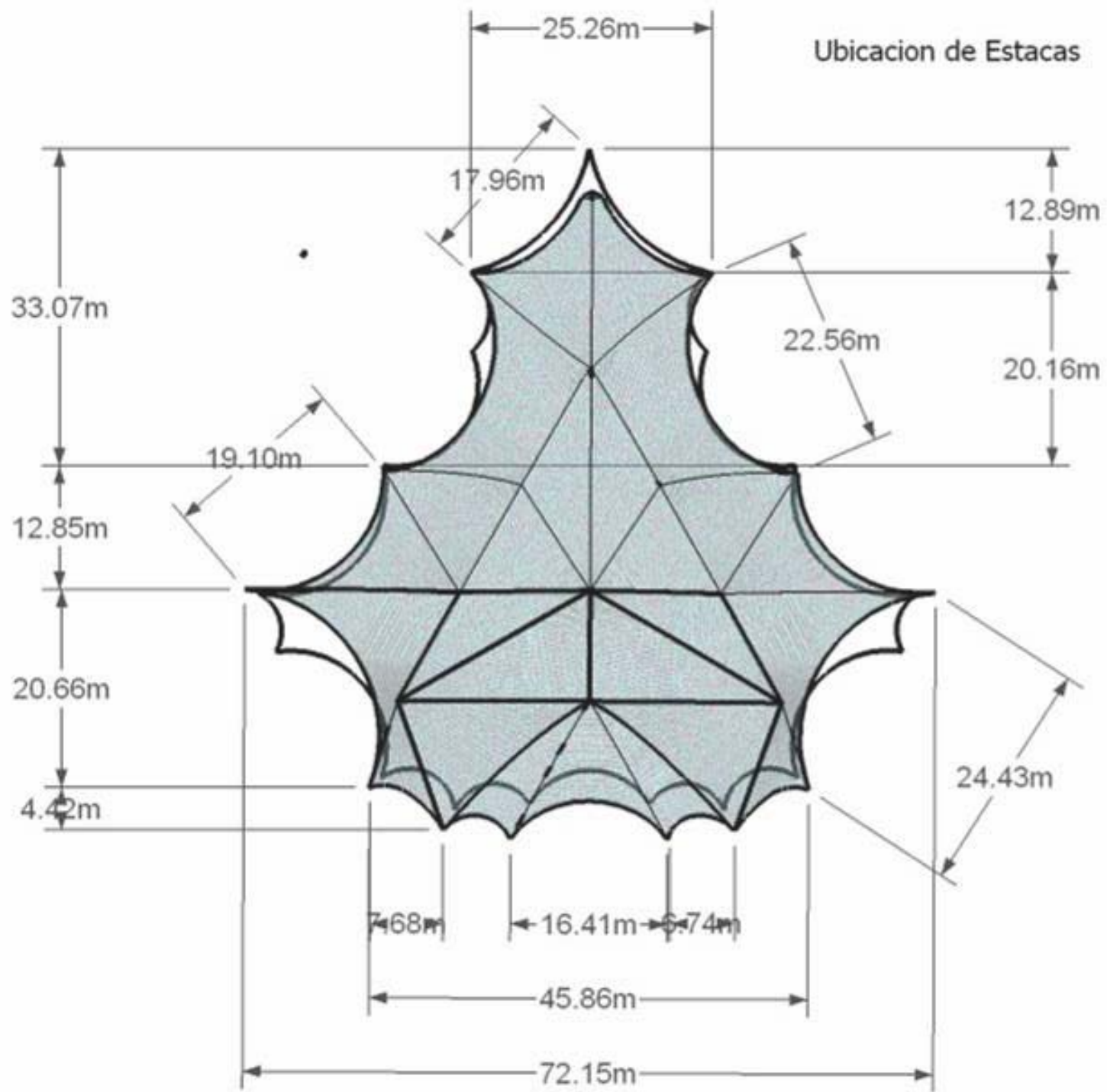
Las carpas para los baños están propuestas debido a su versatilidad y adaptabilidad para diversas actividades. En el caso de utilizarse para baños pueden ser adaptadas dependiendo la demanda, ya que son modulares.

la carpa principal

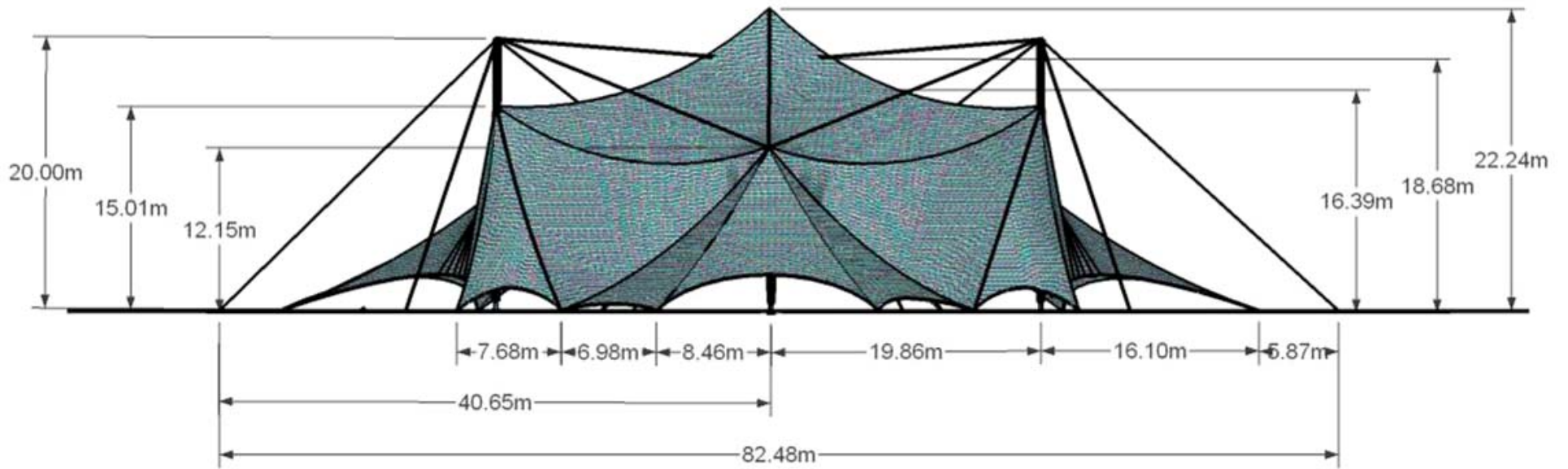


Ubicacion de Postes, Anillo de Traccion y Anclajes principales

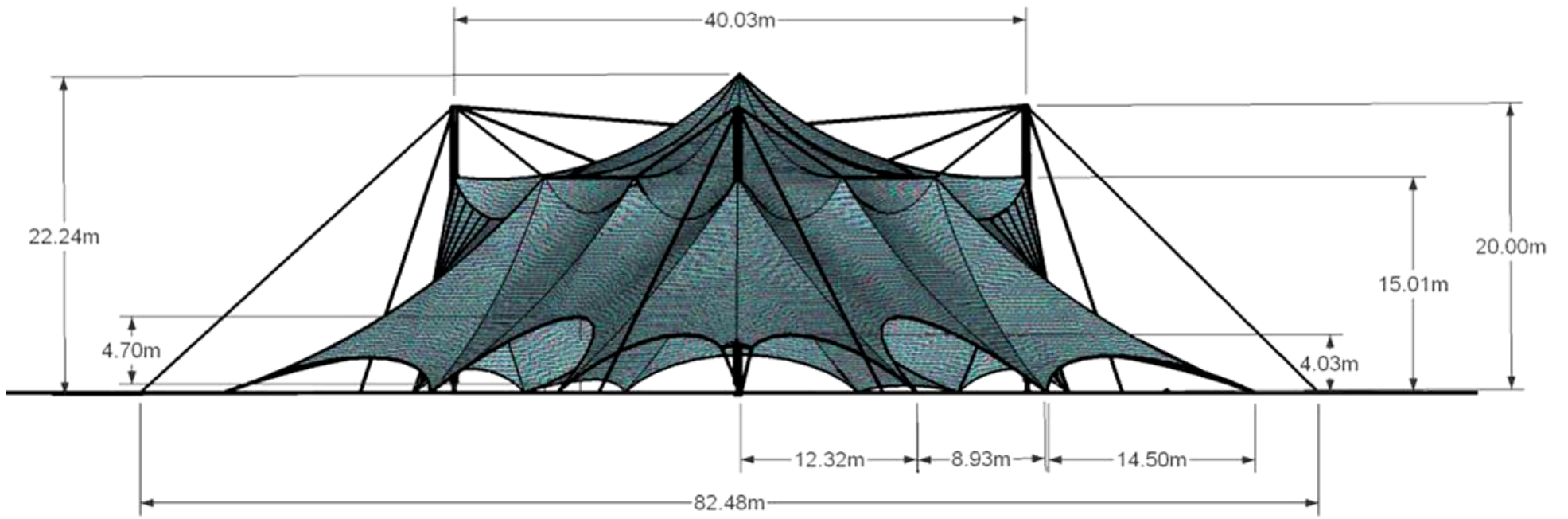




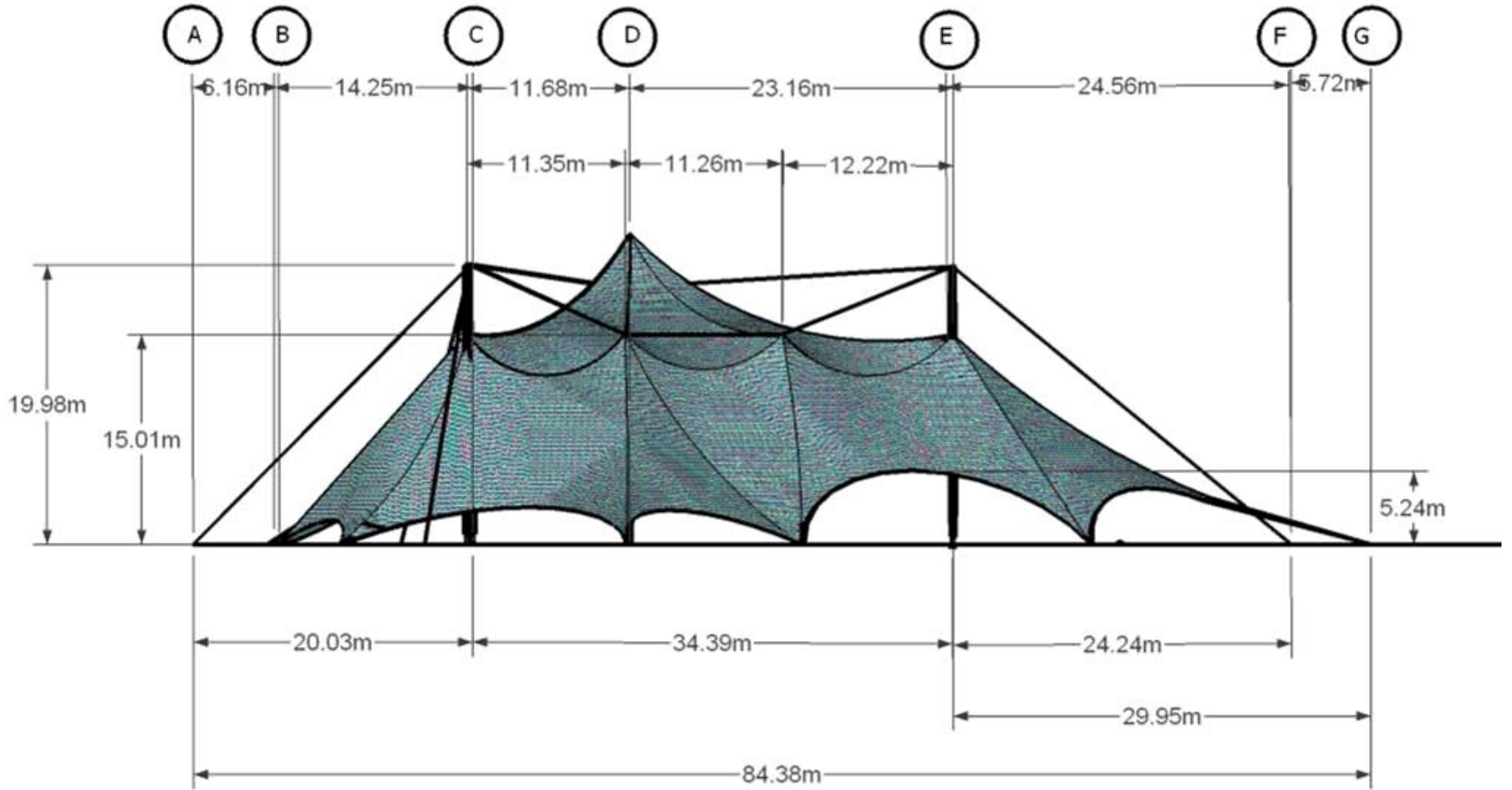
Fachada de Acceso frontal

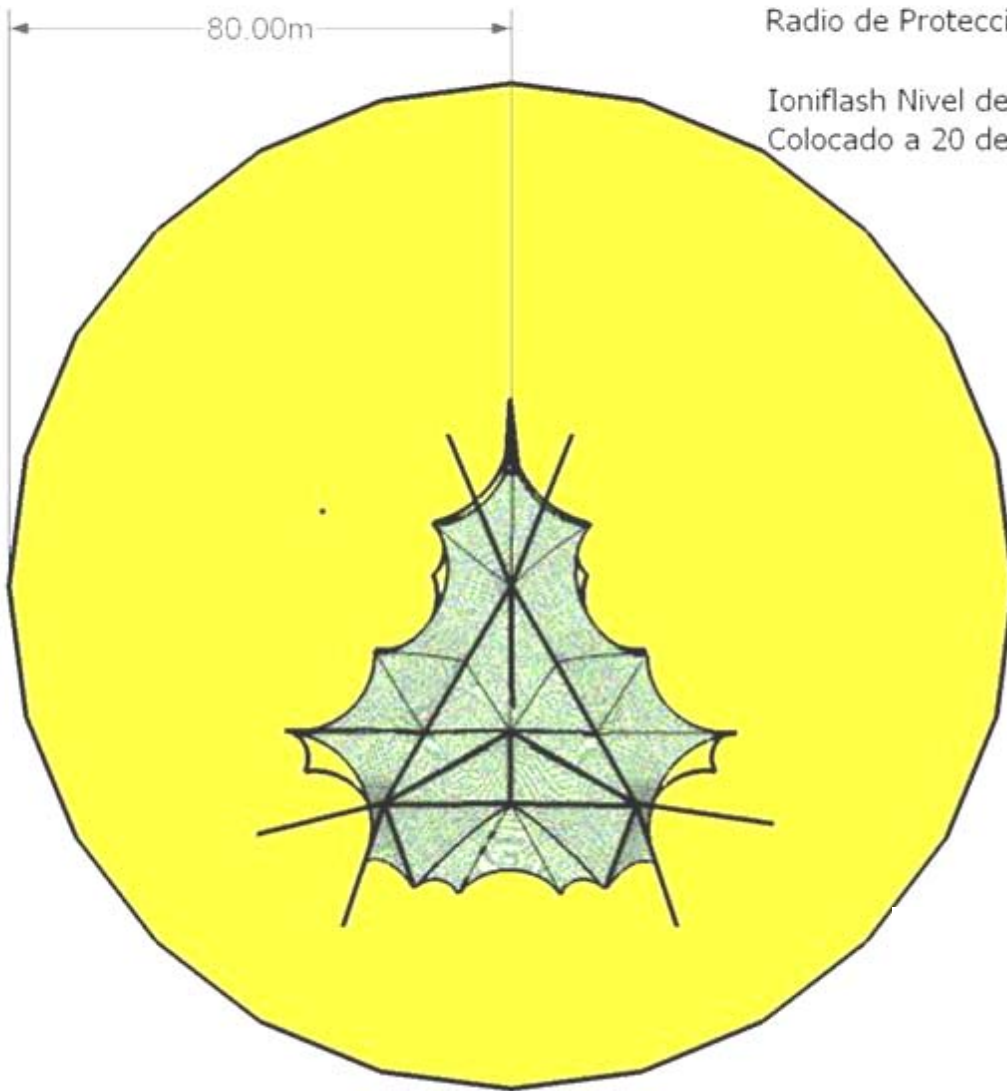


Fachada Trasera



Fachada Lateral



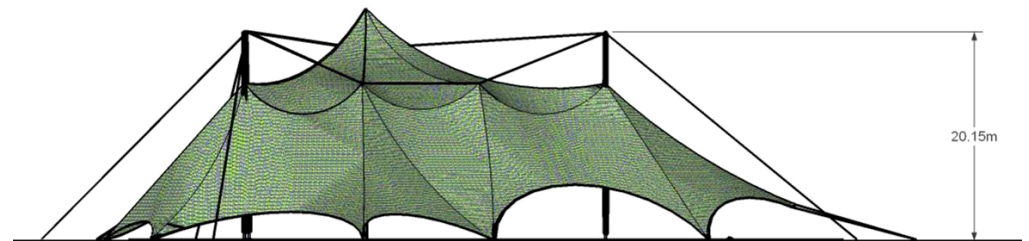


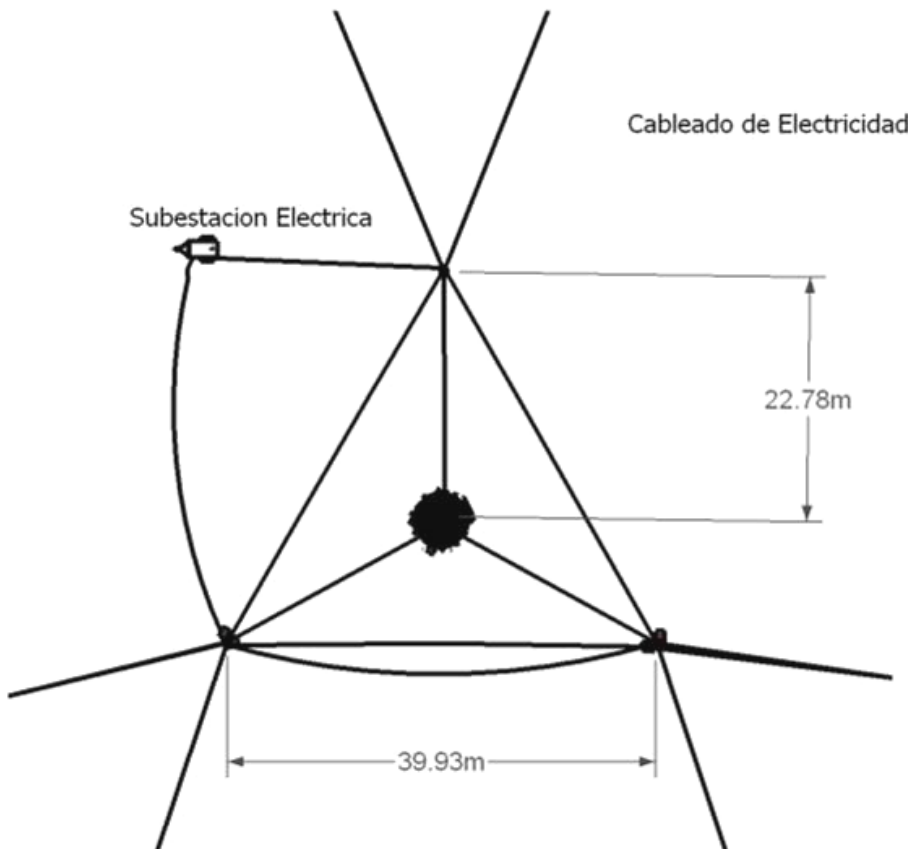
Radio de Proteccion del Pararrayos

Ioniflash Nivel de proteccion 2 (40m)
Colocado a 20 de altura

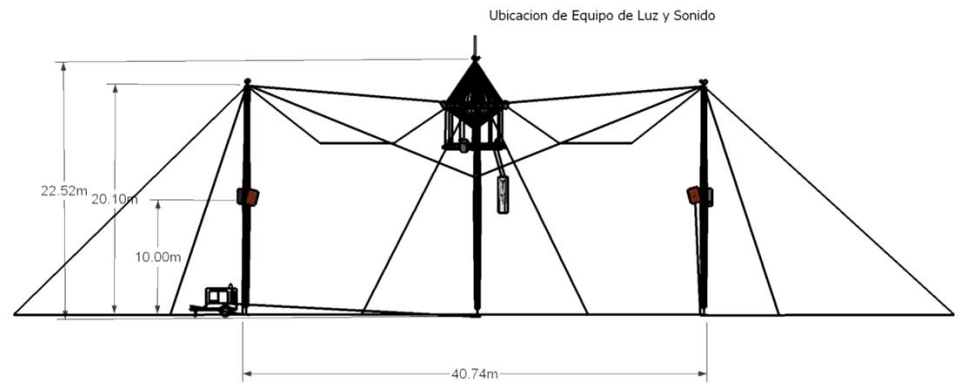
Los pararrayos son elementos muy importantes para la protección tanto de los usuarios como el del equipo y membranas.

Radio de Proteccion del Pararrayos
Ioniflash Nivel de proteccion 2 (40m)
Colocado a 20 de altura



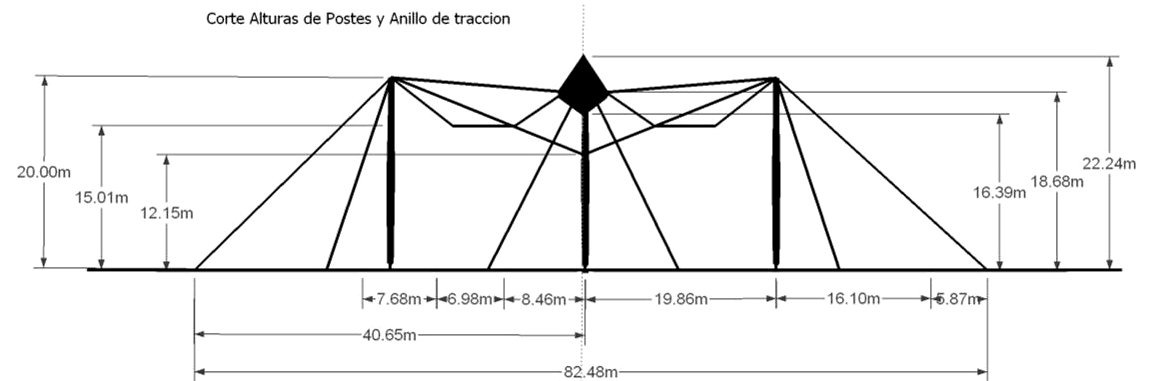


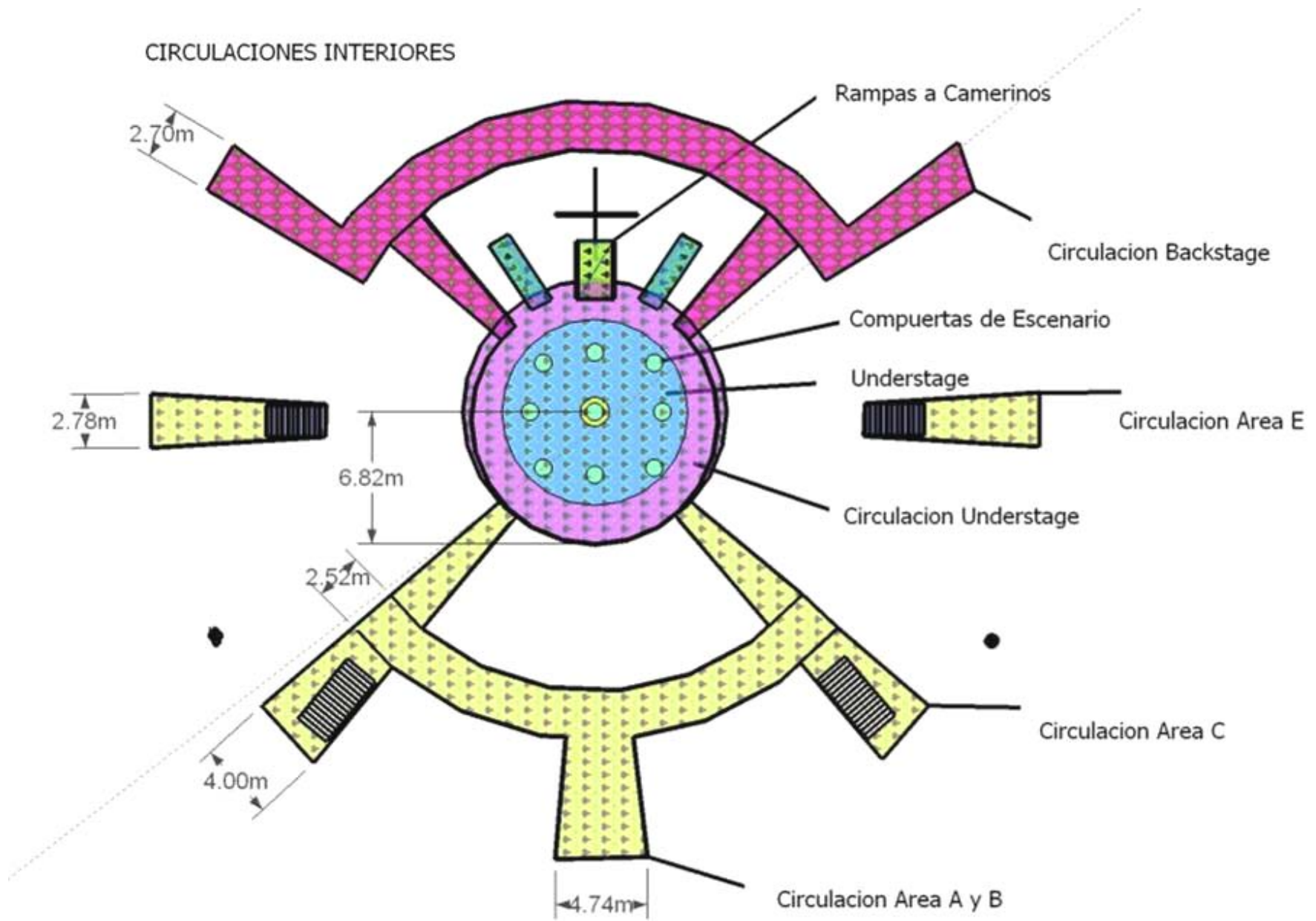
La instalación eléctrica es muy sencilla, consiste de un contrato temporal a la luz de la ciudad donde este instalado el circo, contando a su vez con generadores de luz eléctrica los cuales son utilizados durante las funciones para satisfacer las necesidades requeridas durante las funciones.



Aquí se aprecia la estructura principal compuesta por el anillo de tracción, el cual es jalado por cables de acero y estos a su vez descargan el peso a los postes y al terreno.

También podemos notar como no existe ningún apoyo intermedio, librando así un claro mayor sin obstáculos visuales, un punto importante dentro de la propuesta del PsyrCUS Project.





CIRCULACIONES INTERIORES

Rampas a Camerinos

Circulacion Backstage

Compuertas de Escenario

Understage

Circulacion Area E

Circulacion Understage

Circulacion Area C

Circulacion Area A y B

2.70m

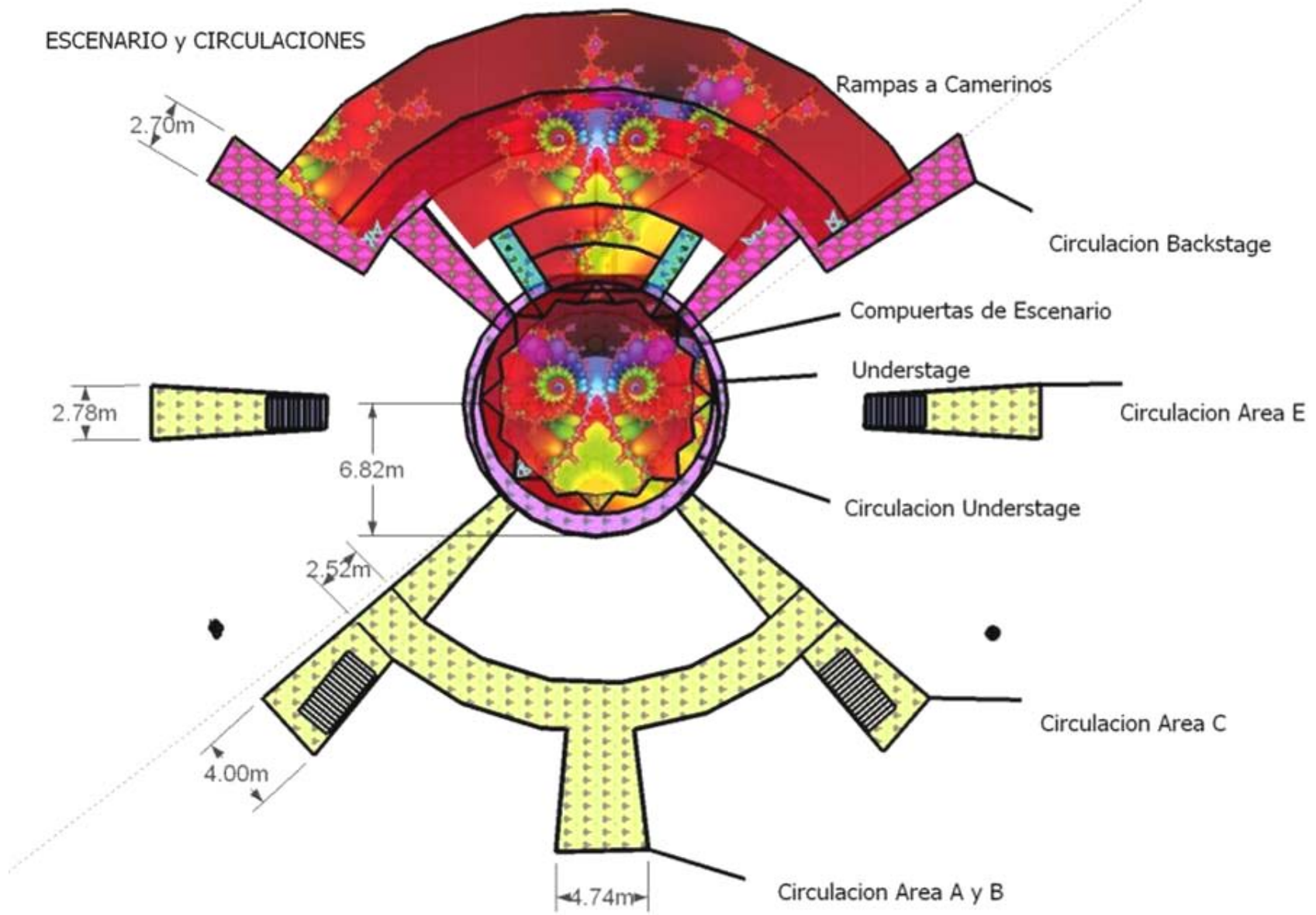
2.78m

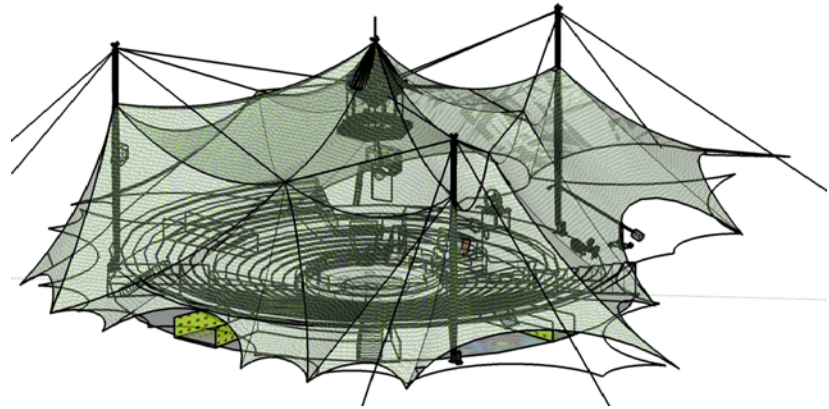
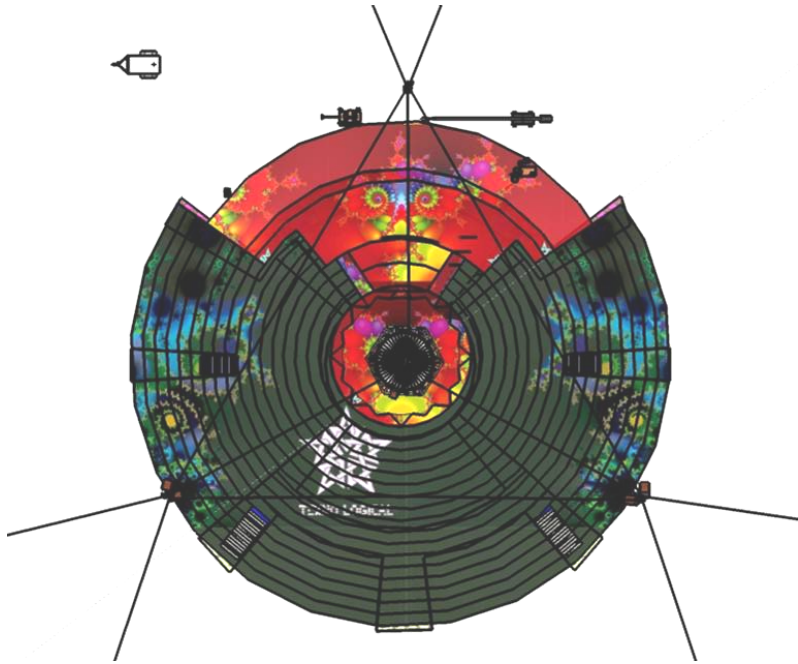
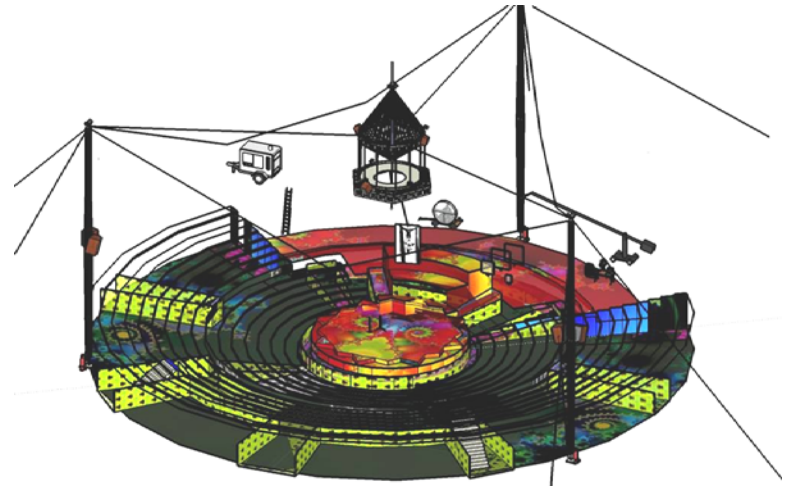
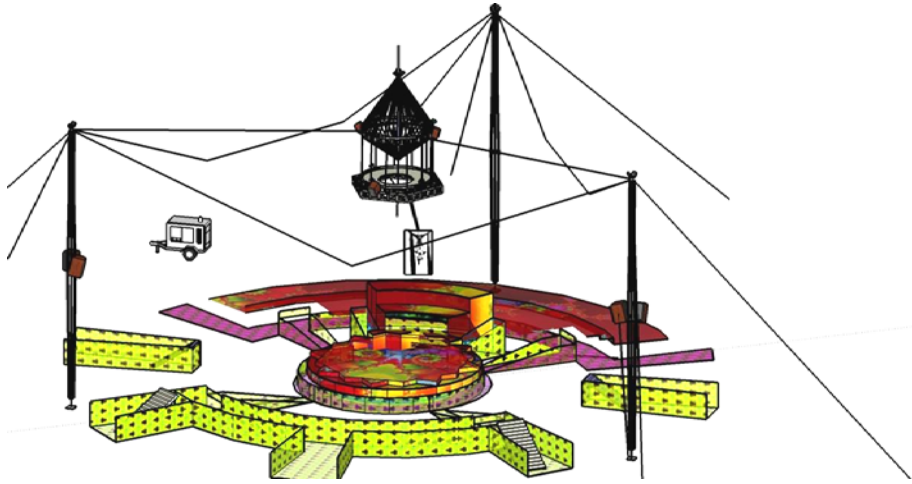
6.82m

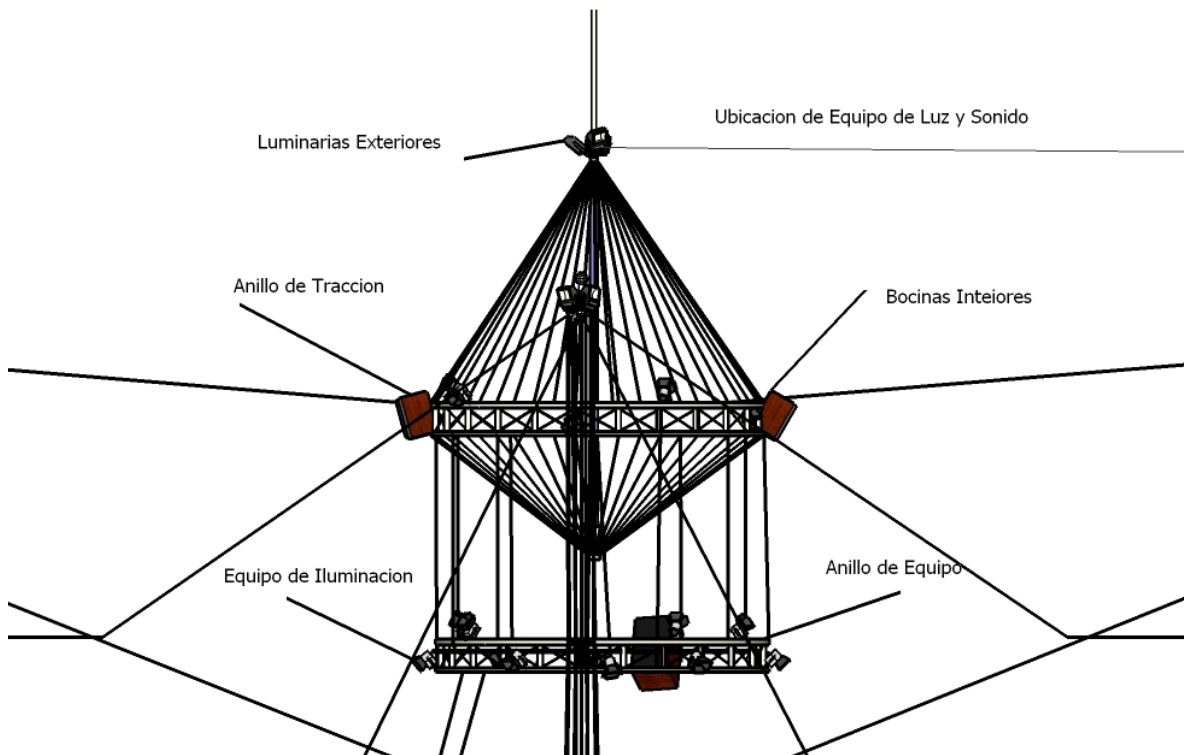
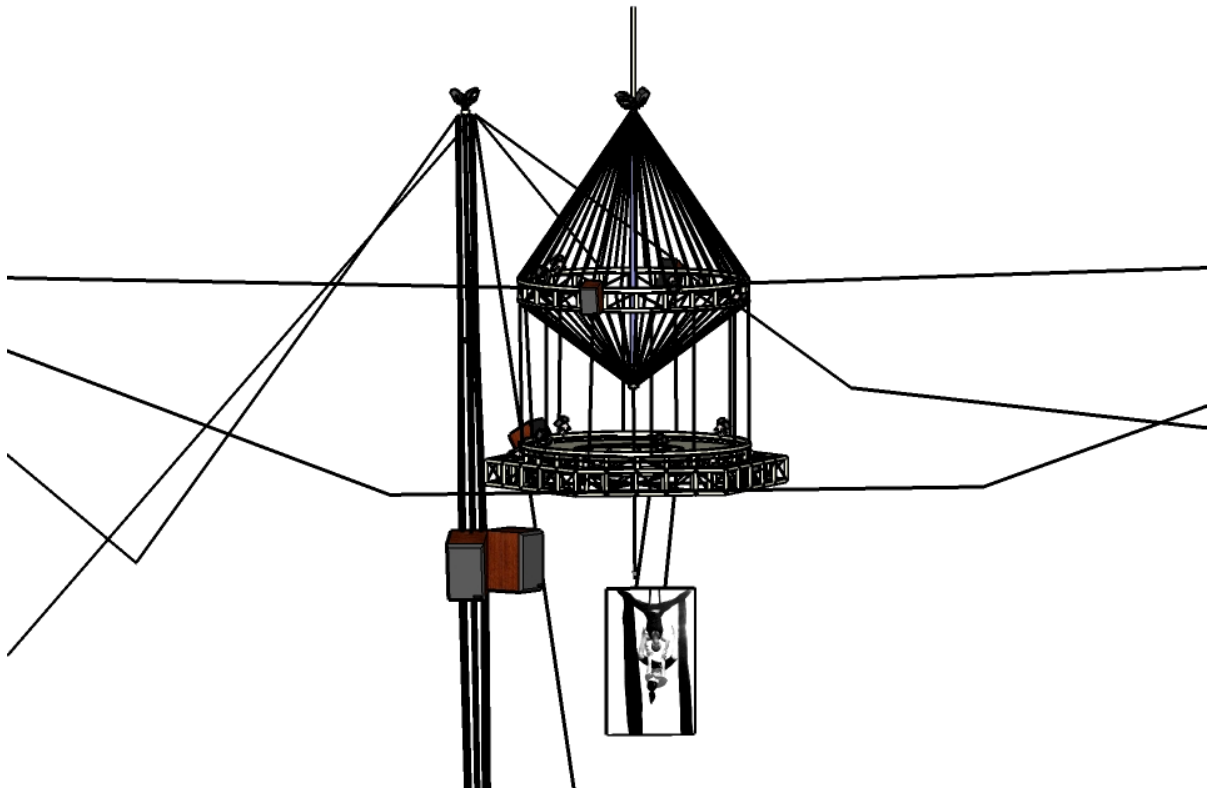
2.52m

4.00m

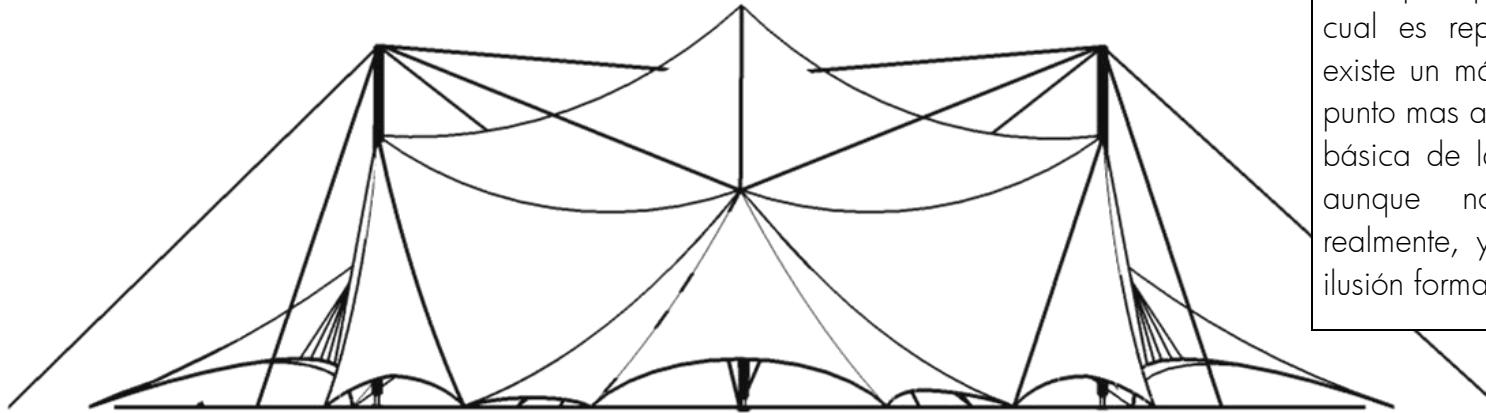
4.74m







FACHADA FRONTAL



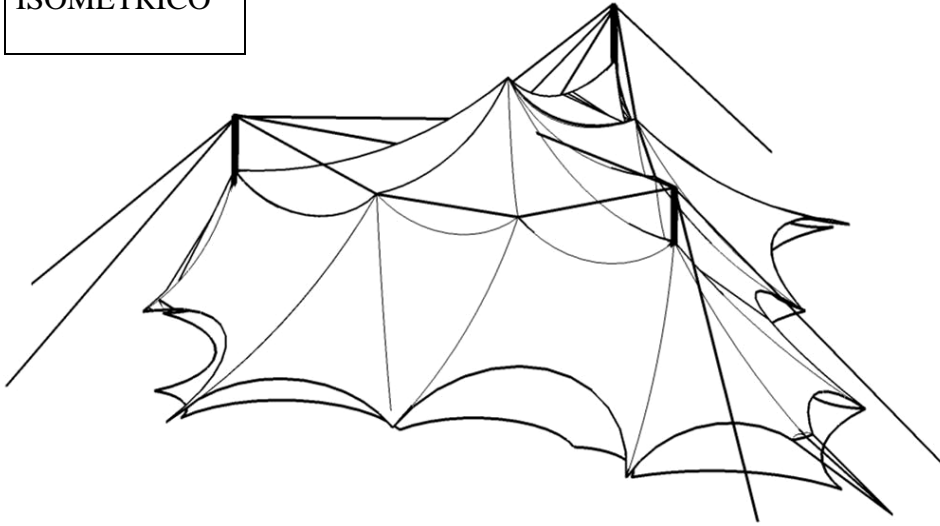
La fachada nos muestra uno de los conceptos principales del proyecto, el cual es representar o aparentar que existe un mástil al centro, el cual es el punto más alto retomando la forma más básica de la arquitectura traccionada, aunque no exista ningún poste realmente, y esto se convierte en una ilusión formal.

FACHADA POSTERIOR

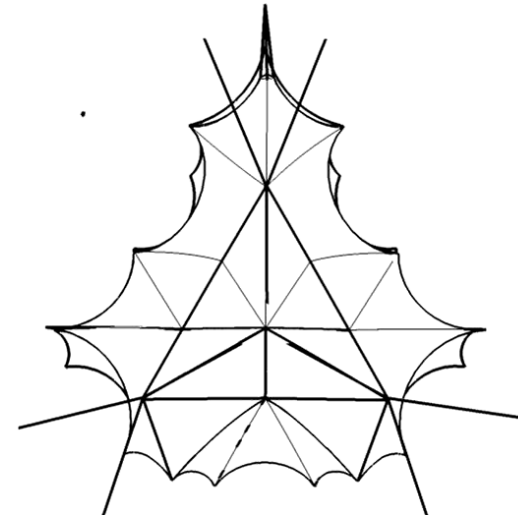


La fachada trasera muestra de igual manera la intención de aparentar varias membranas unidas a través del uso de foniculares para la generación de puntos altos.

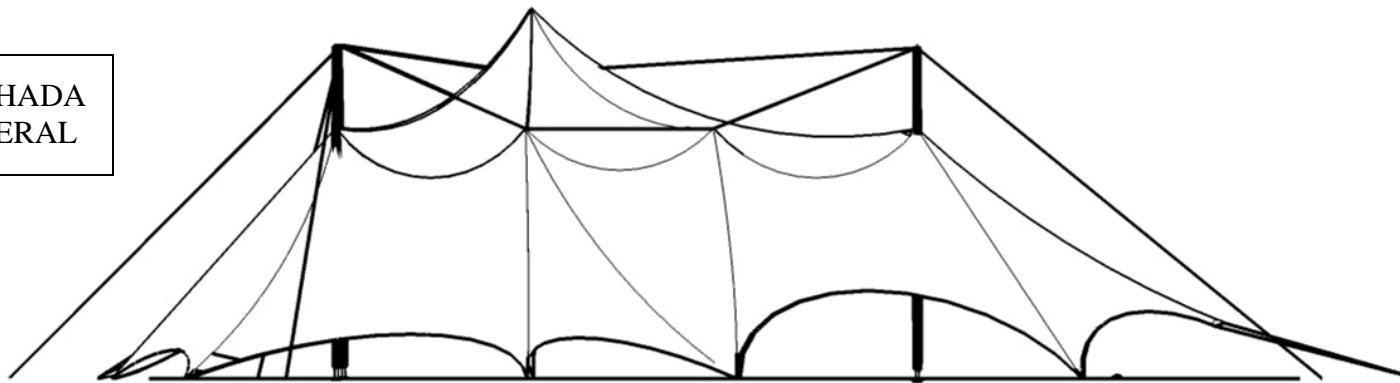
ISOMETRICO



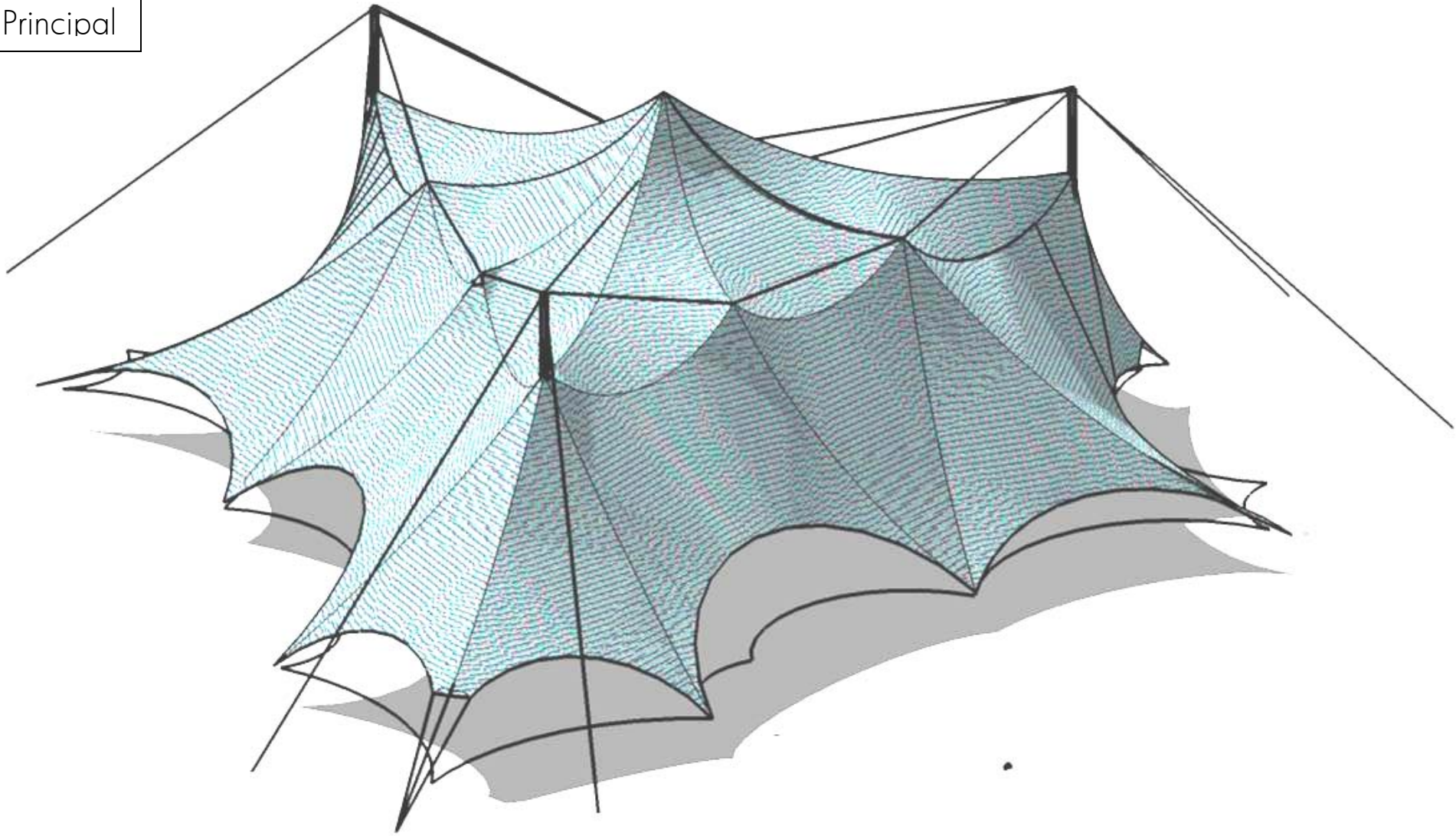
PLANTA DE CUBIERTA



FACHADA LATERAL

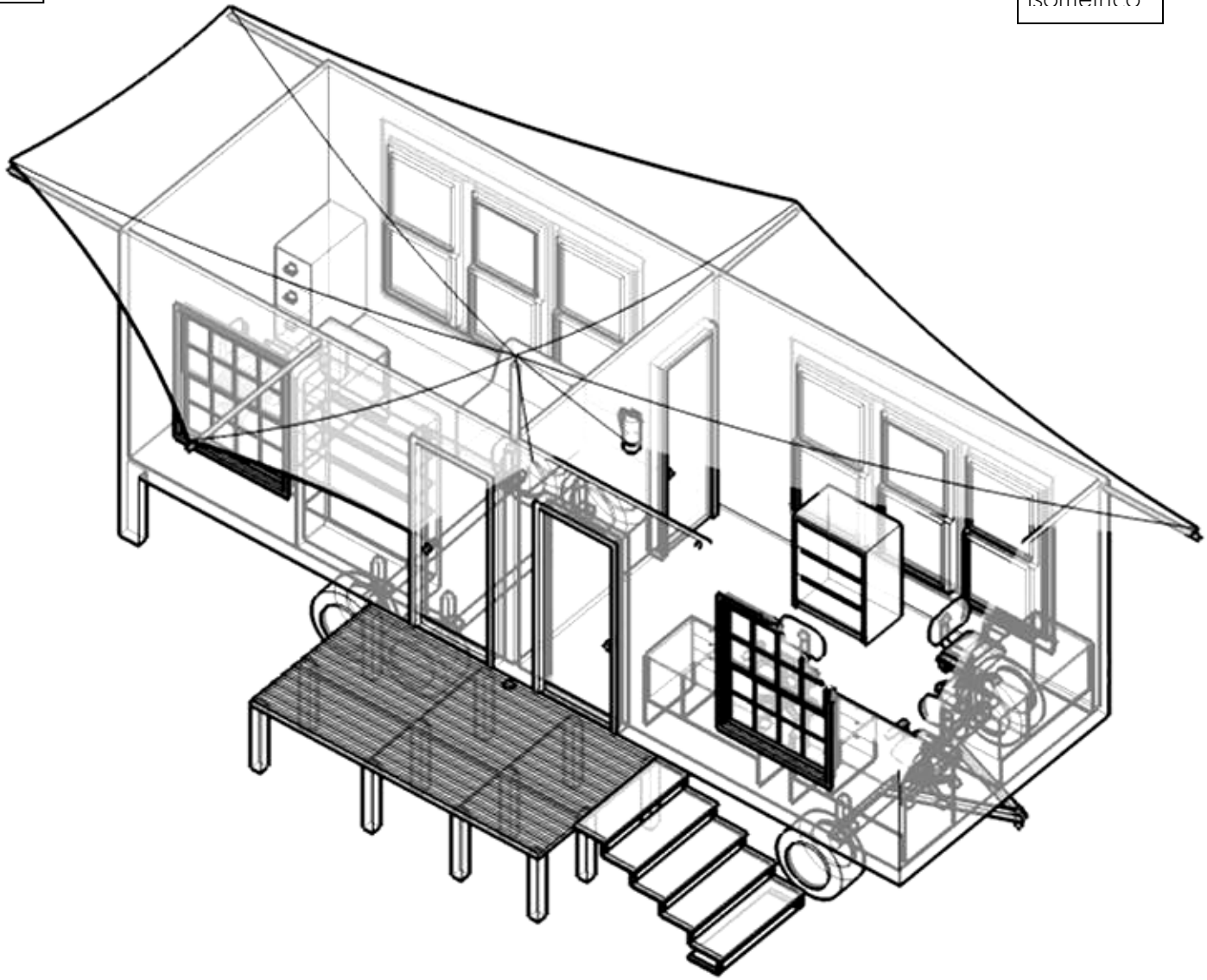


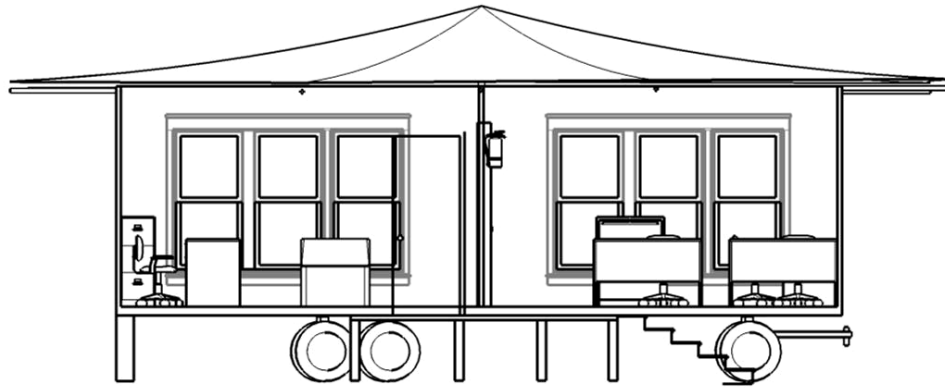
Carpa
Principal



Administración

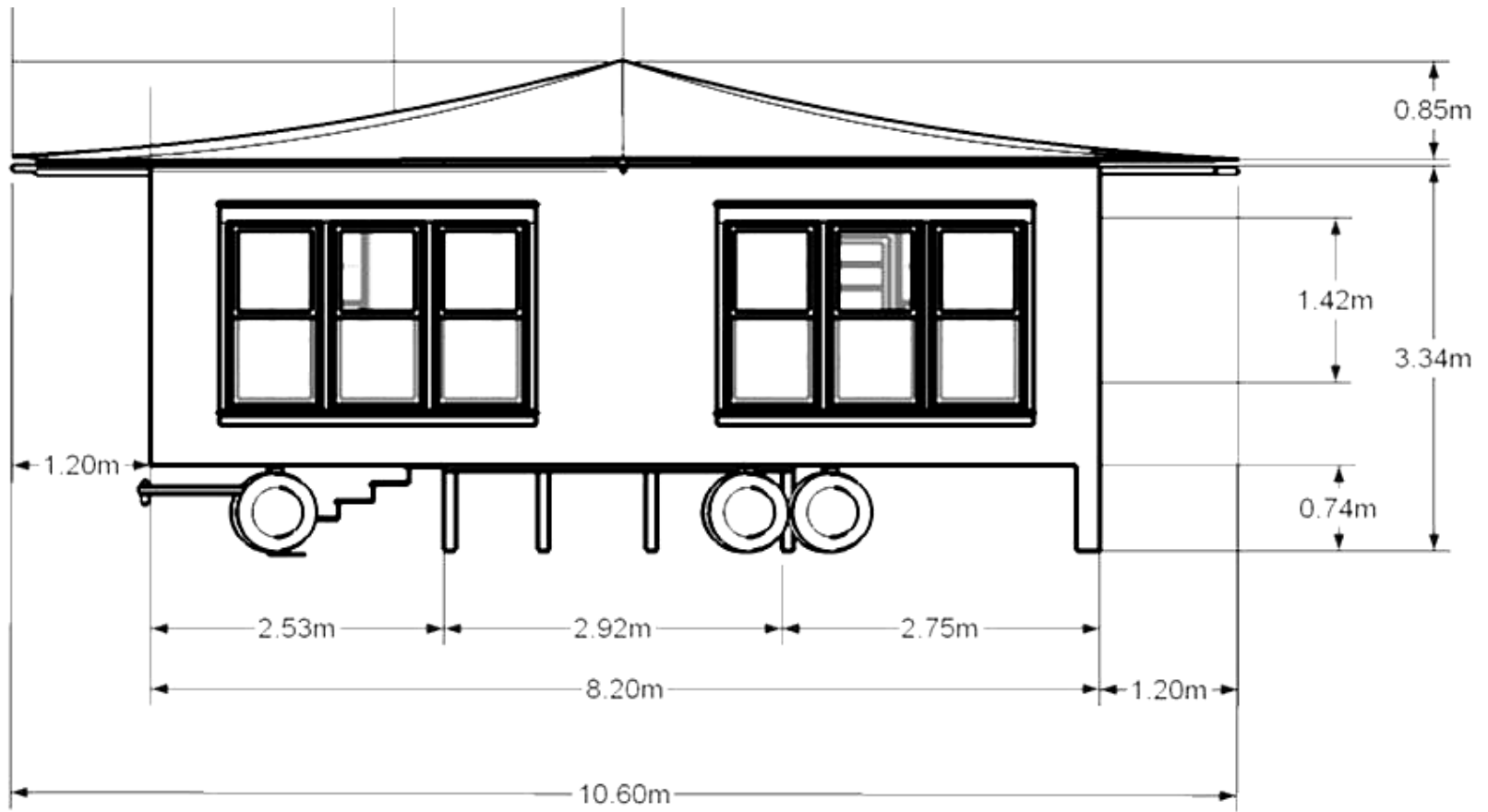
Isométrico



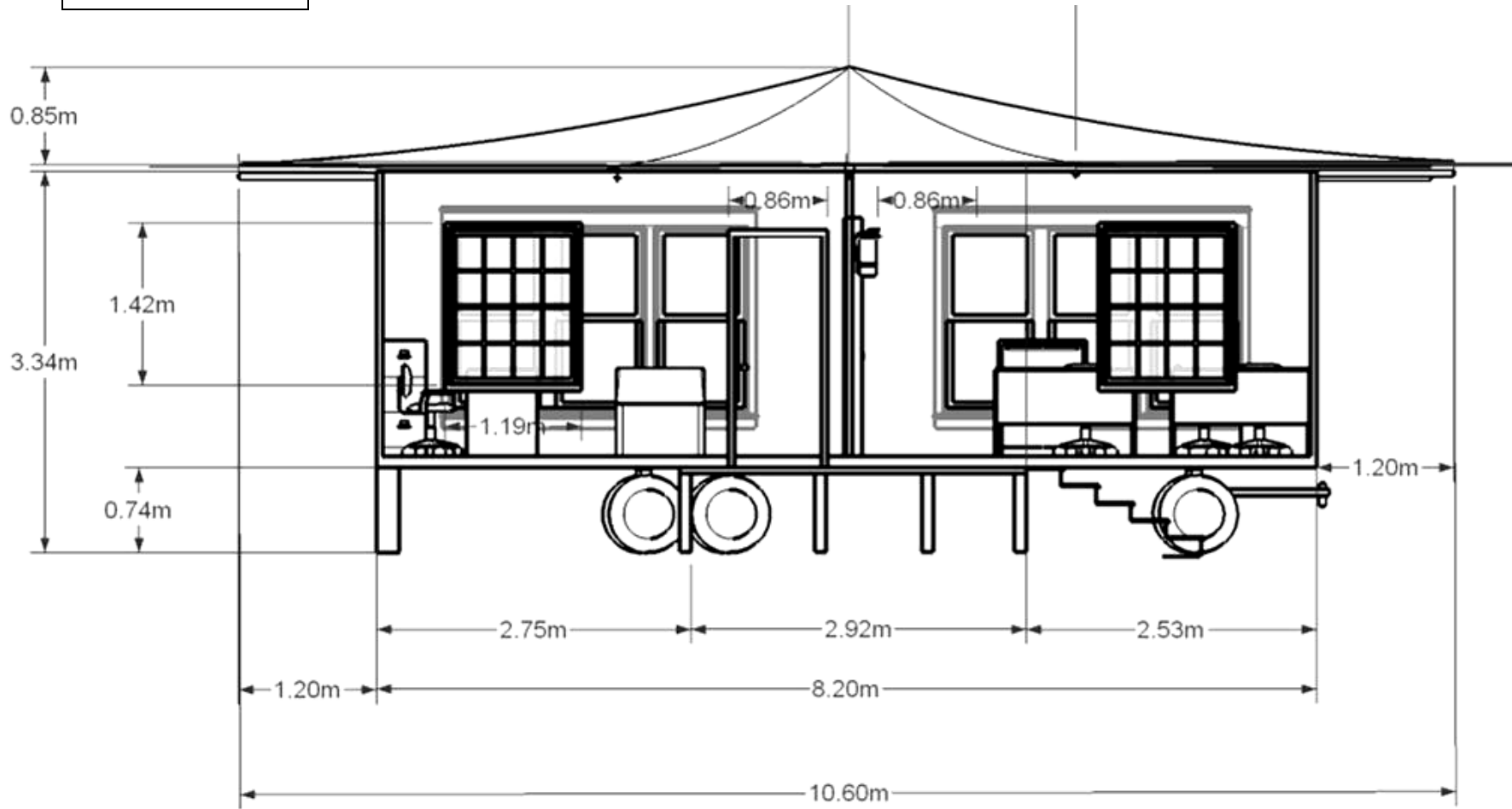


Corte
Longitudinal

Fachada Trasera

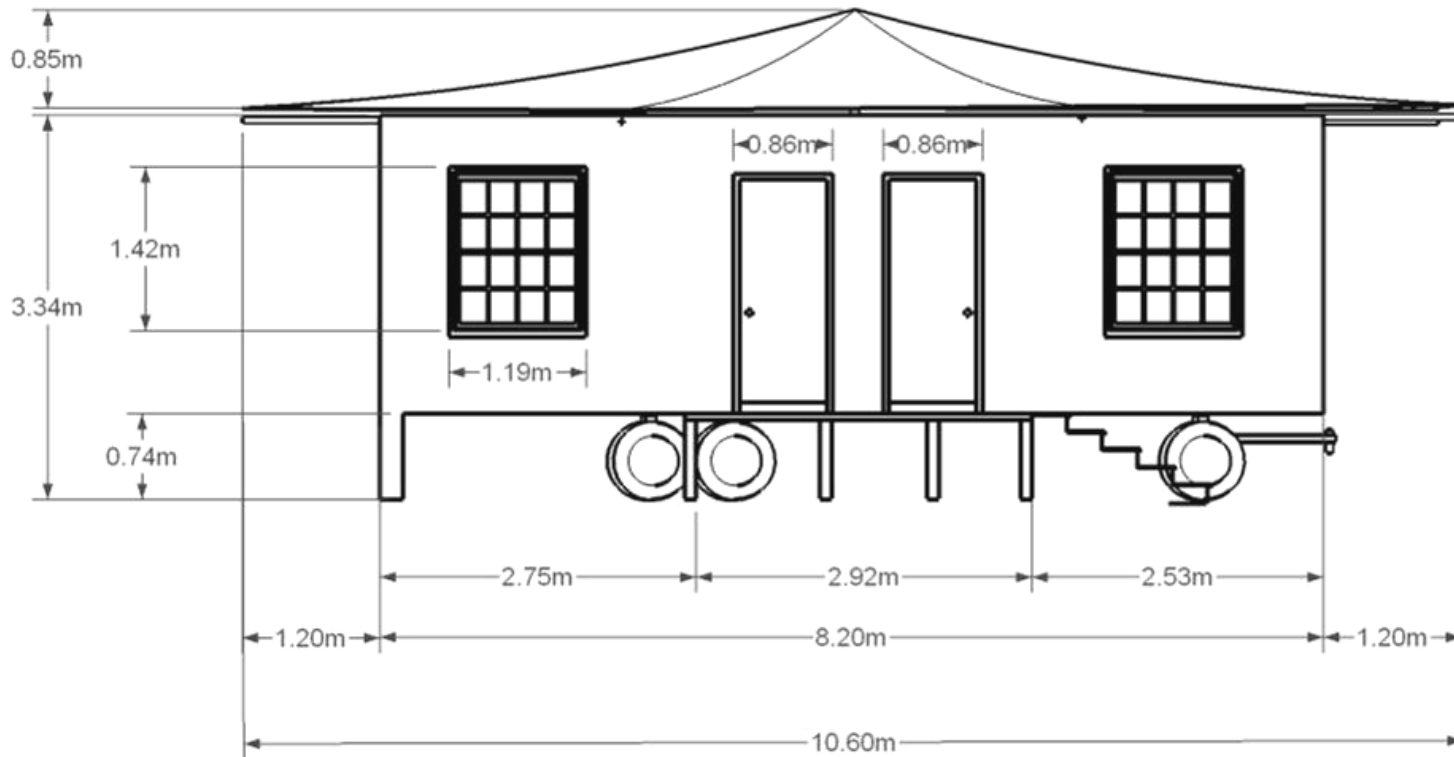
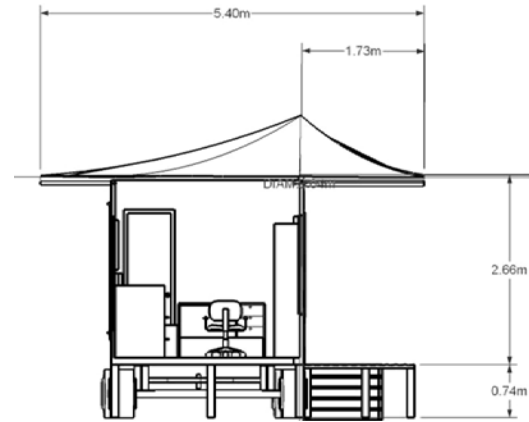


Corte longitudinal

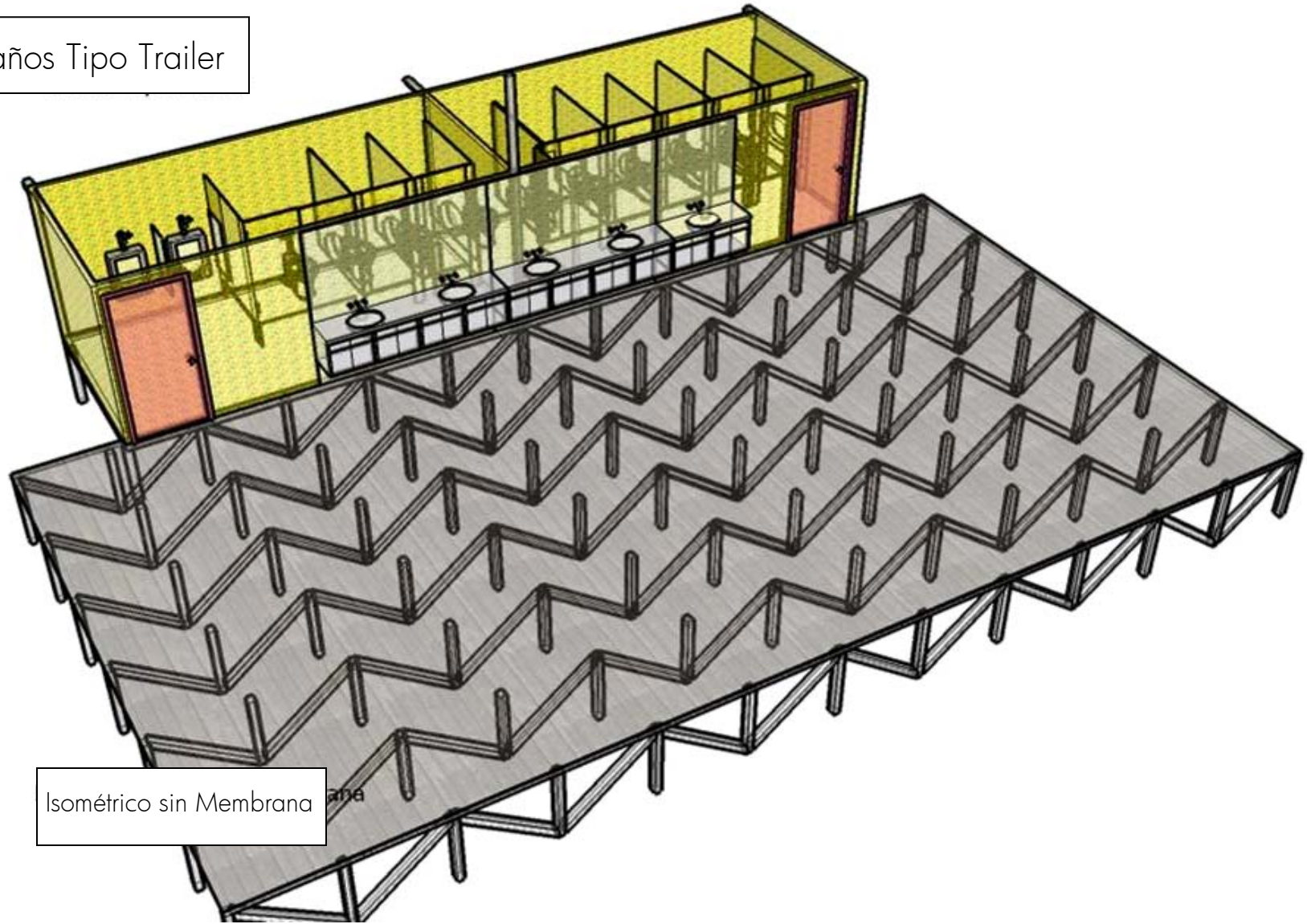


Fachada Frontal

Corte Transversal

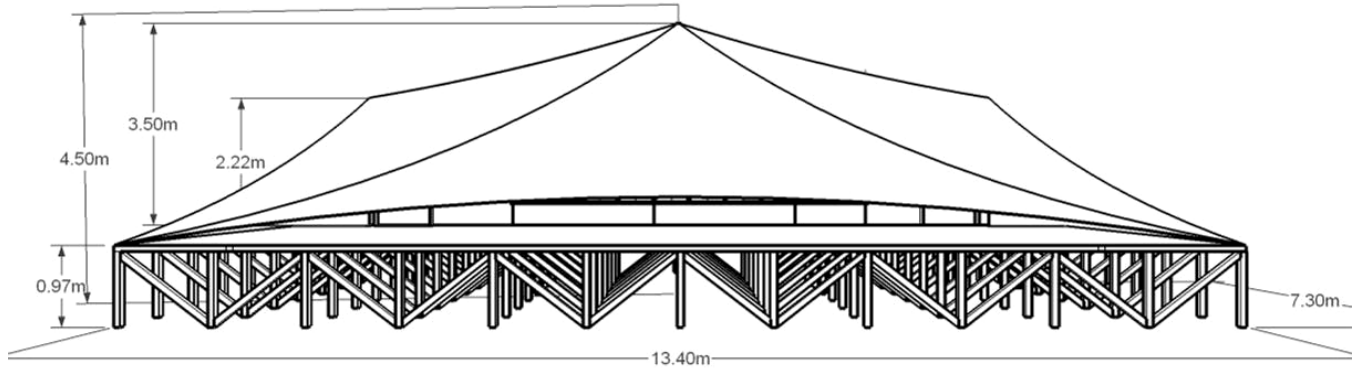


Baños Tipo Trailer



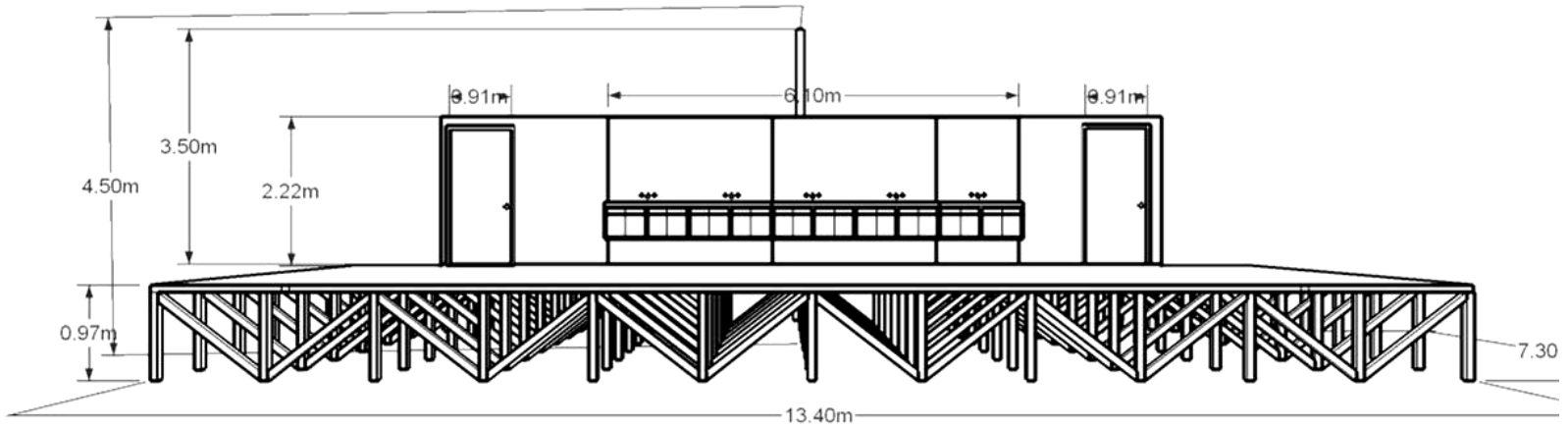
Isométrico sin Membrana

Baños Tipo Trailer



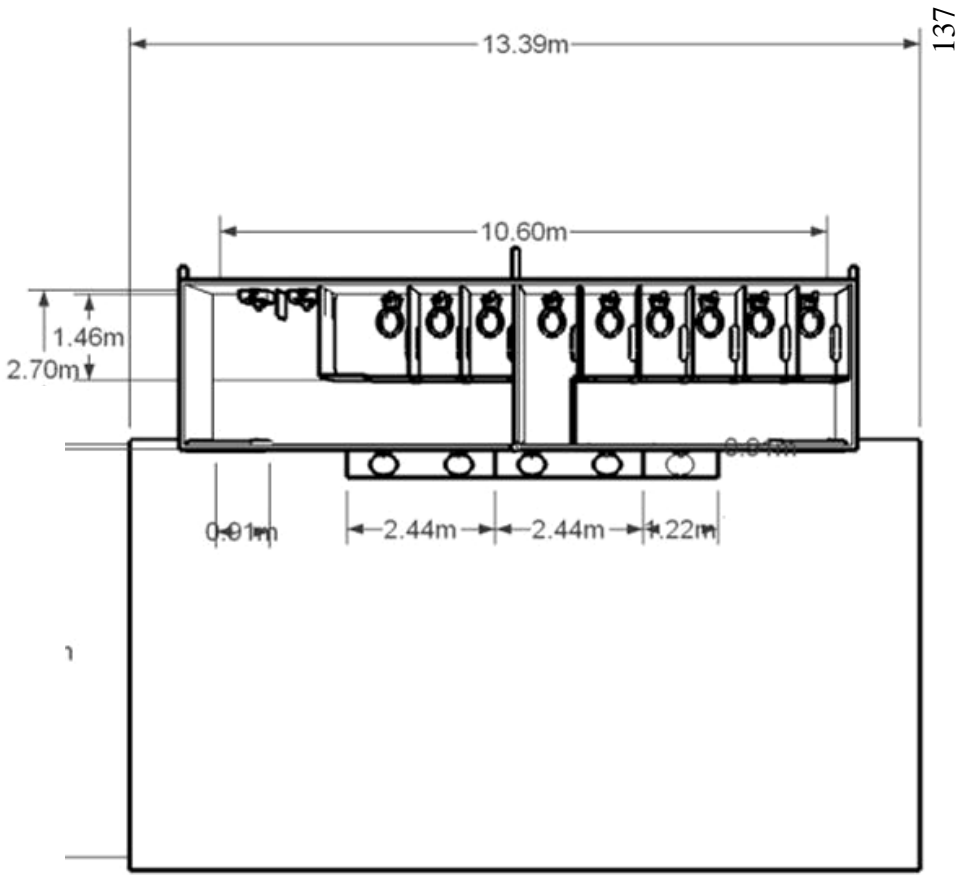
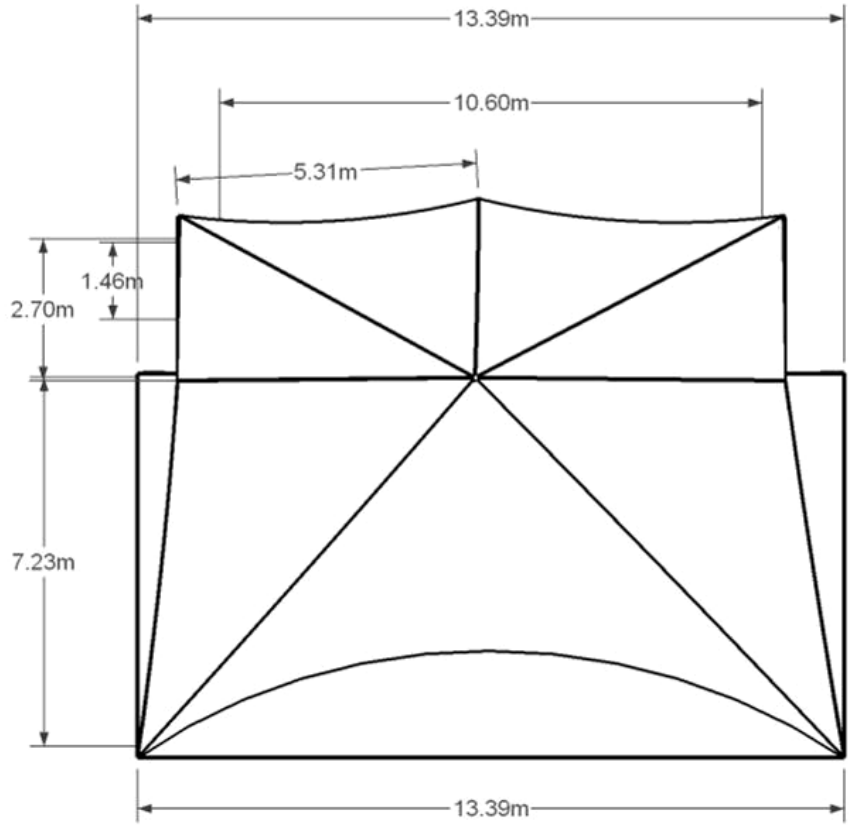
Fachada Frontal Con membrana

Baños Tipo Trailer



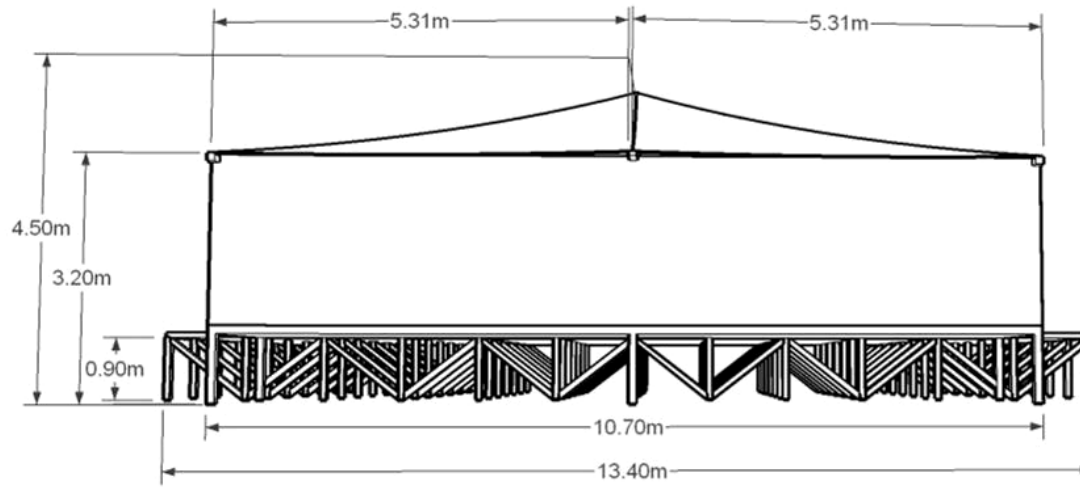
Fachada Frontal sin membrana

Planta de Cubierta



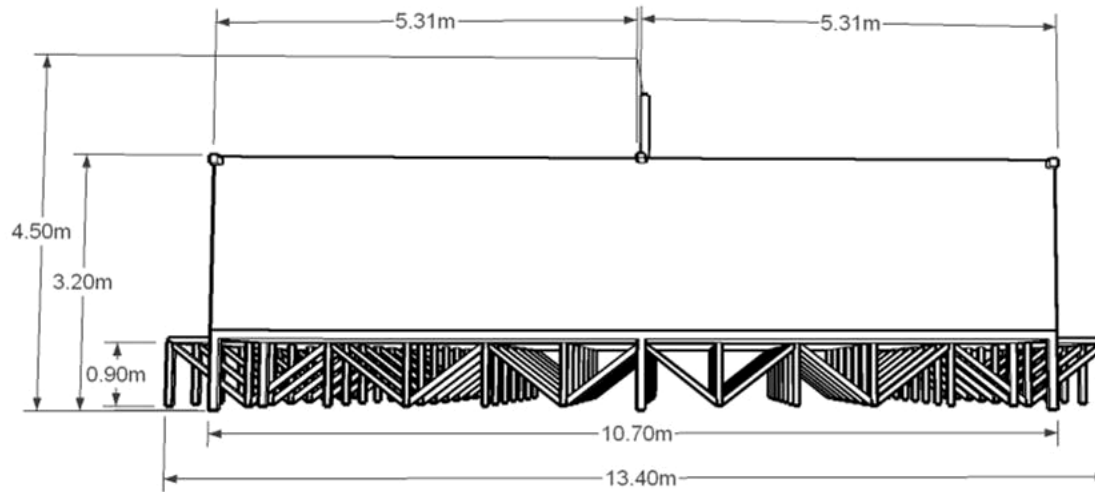
Planta Interior

Baños Tipo Trailer

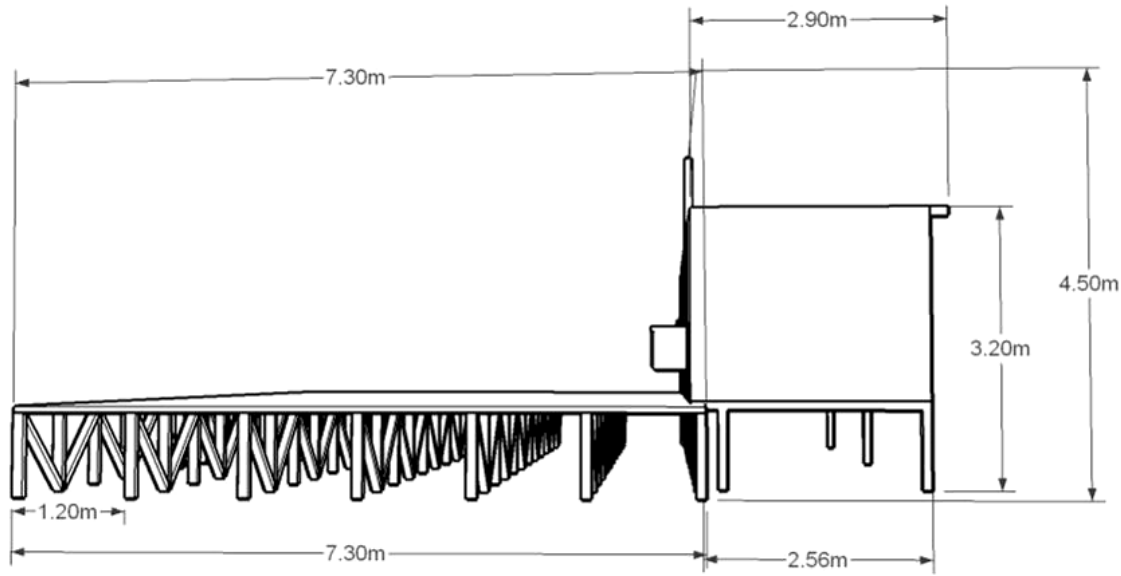


Fachada Trasera sin membrana

Baños Tipo Trailer

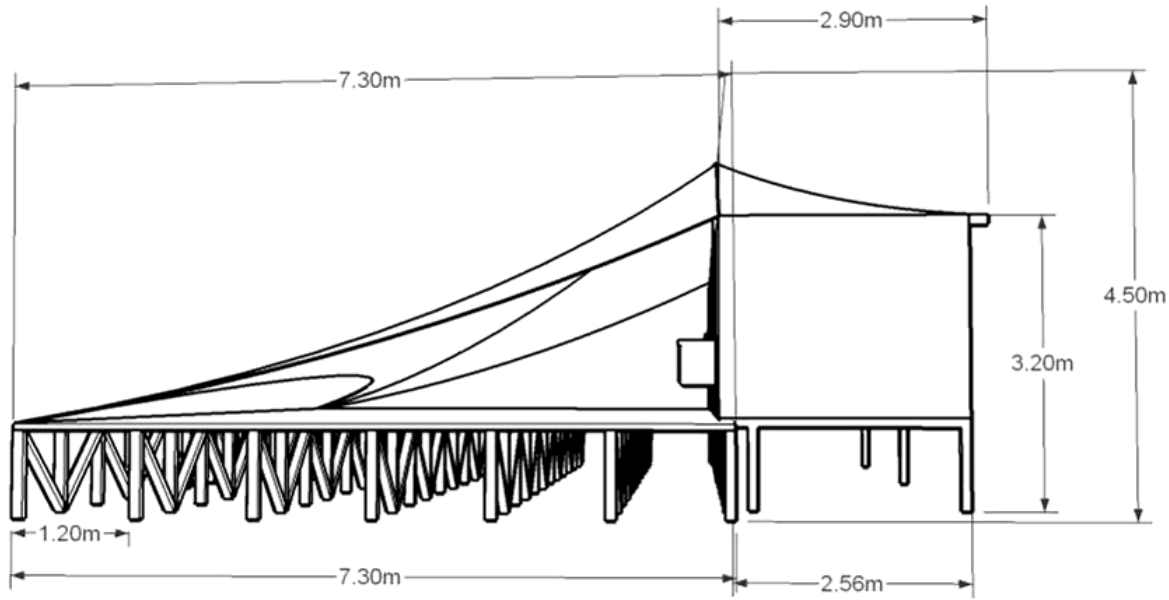


Fachada Trasera sin membrana



Fachada Lateral Con membrana

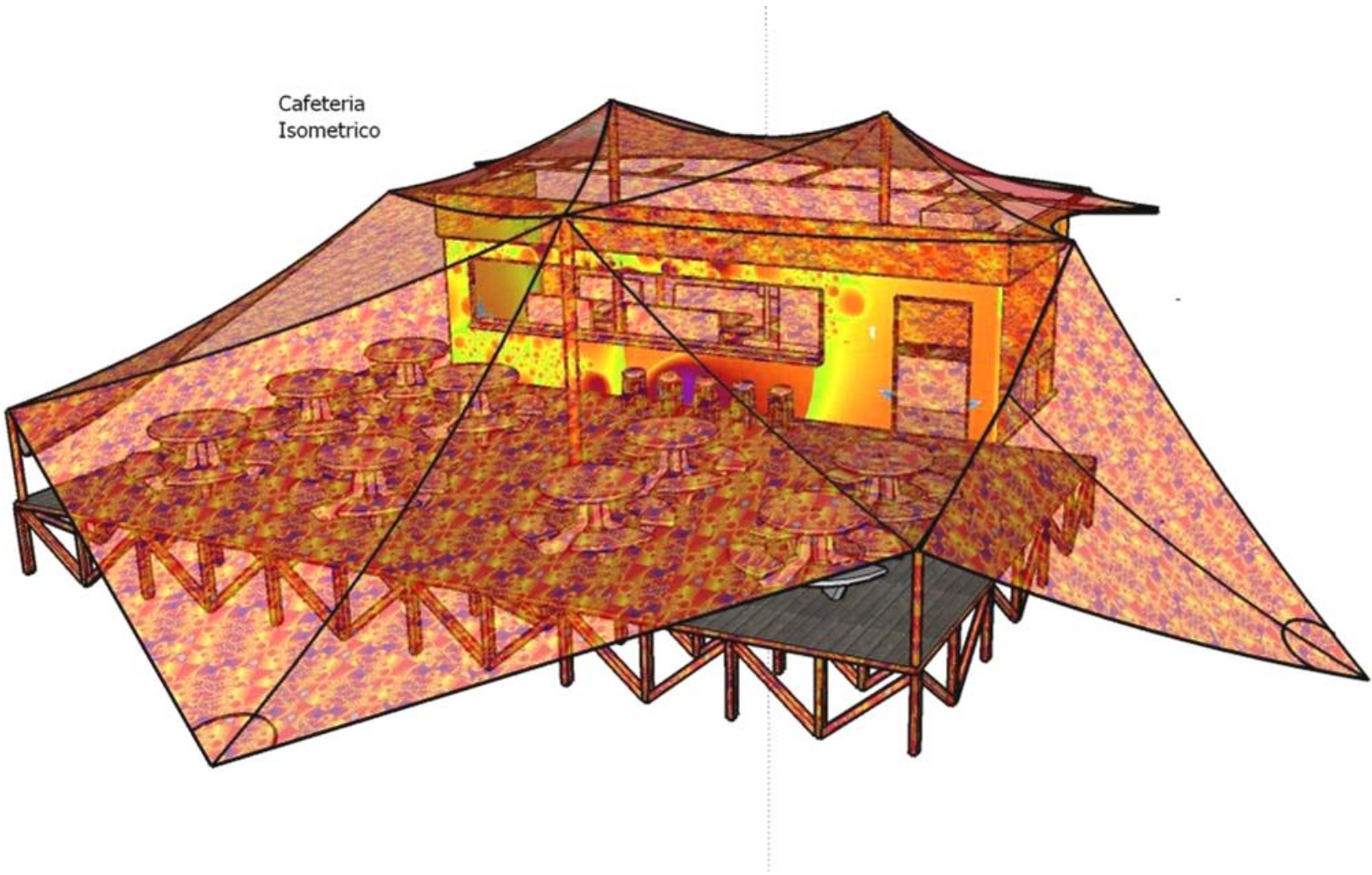
Baños Tipo Trailer



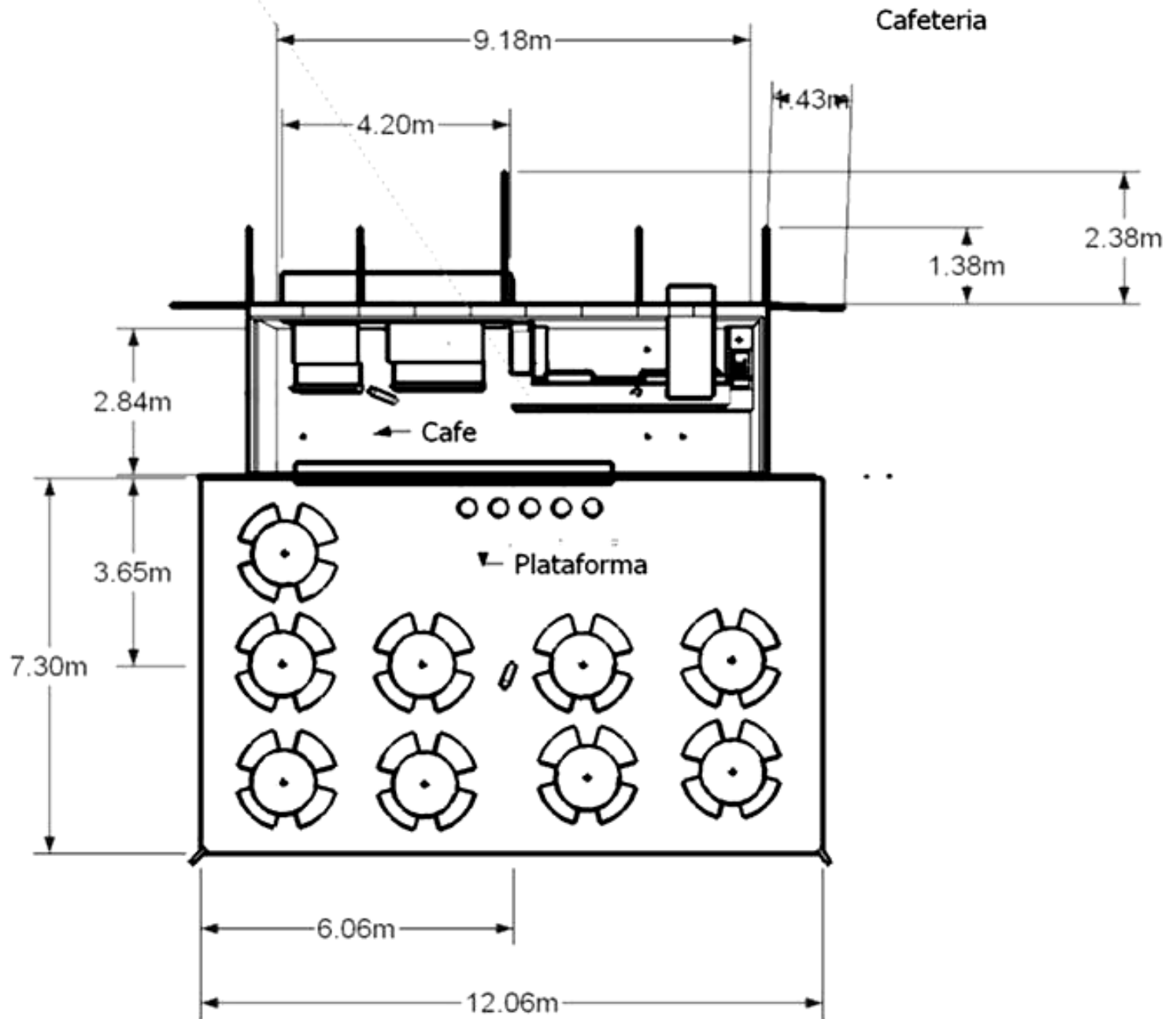
Fachada Lateral Con membrana

Cafetería

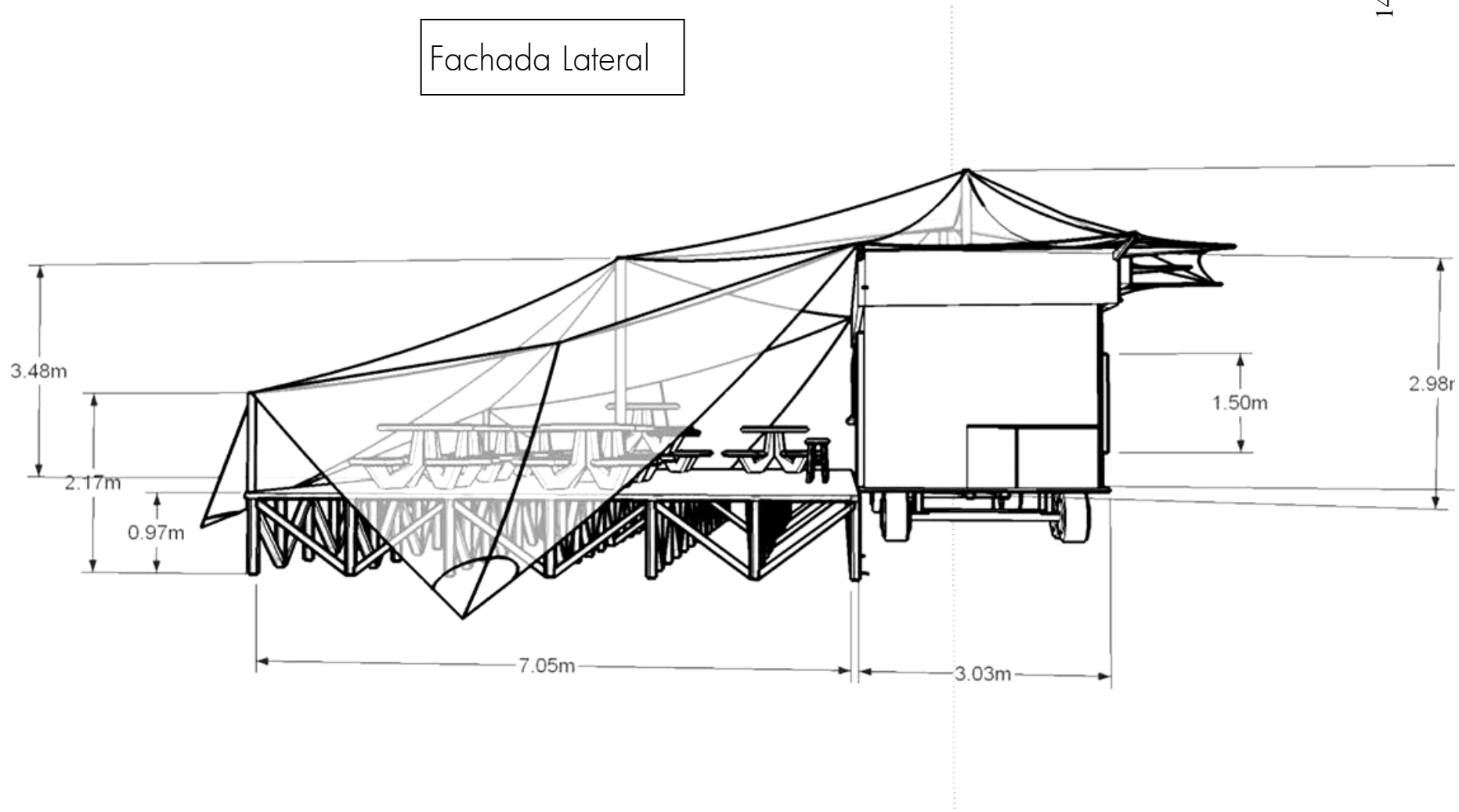
Cafeteria
Isometrico



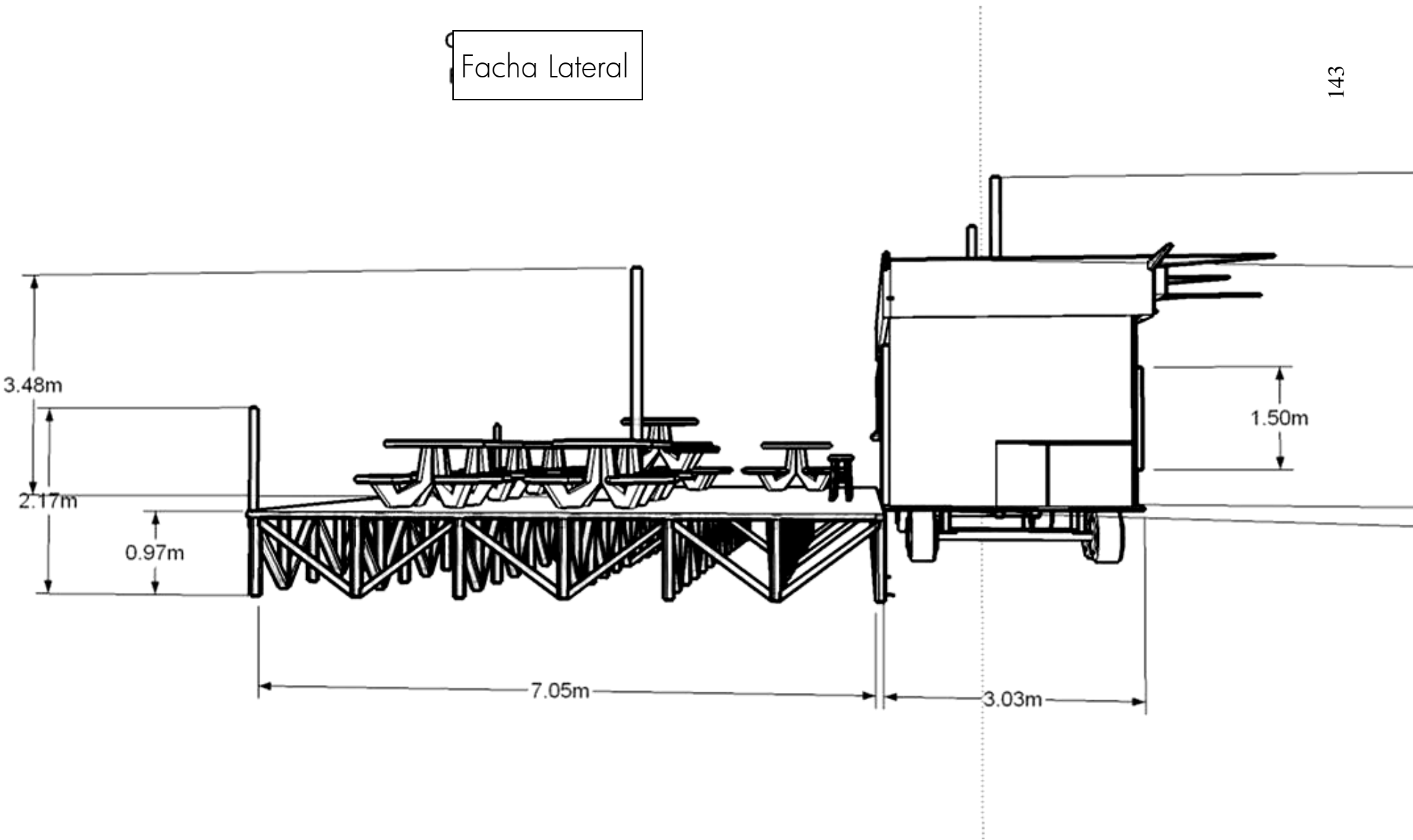
Planta



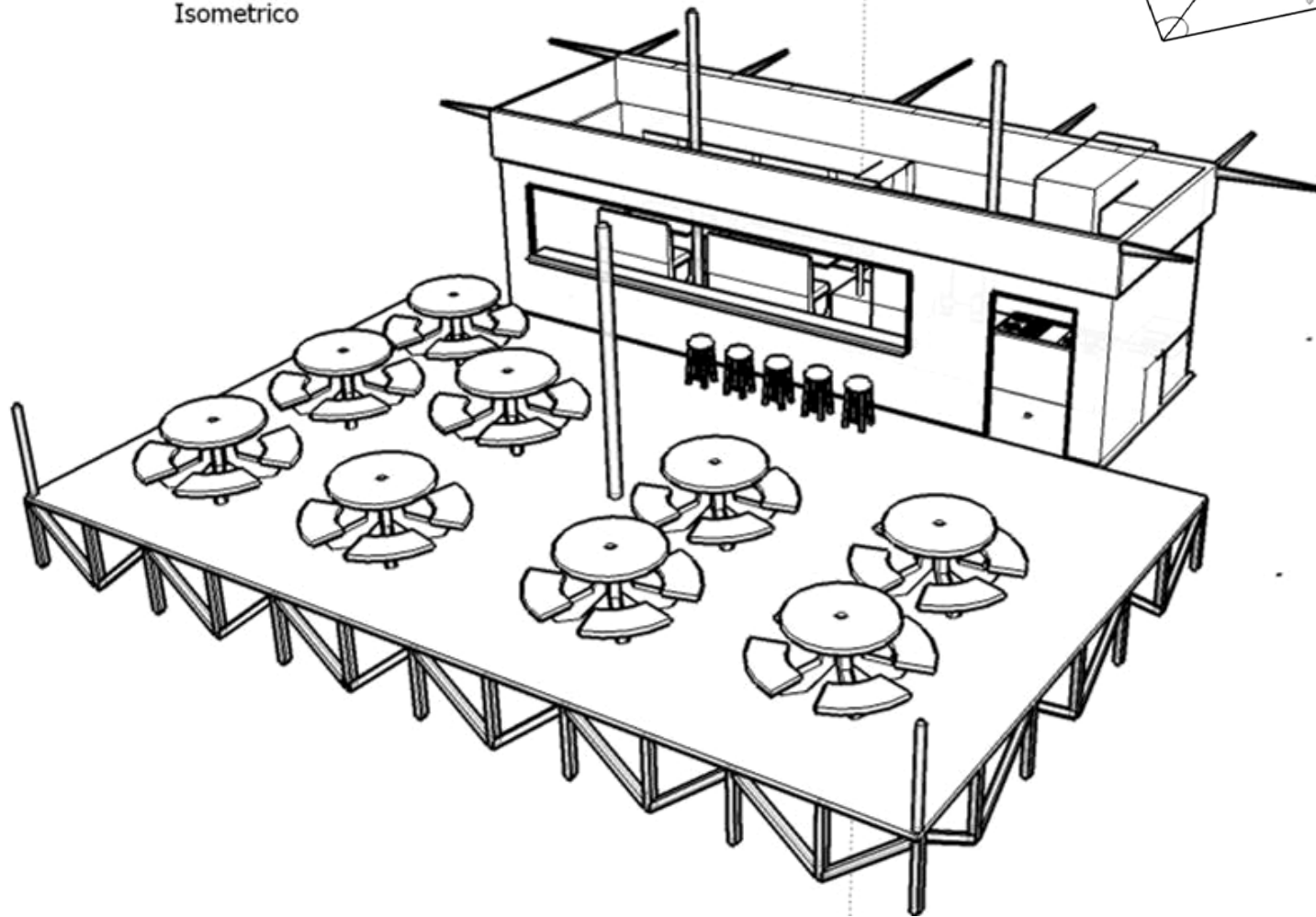
Fachada Lateral



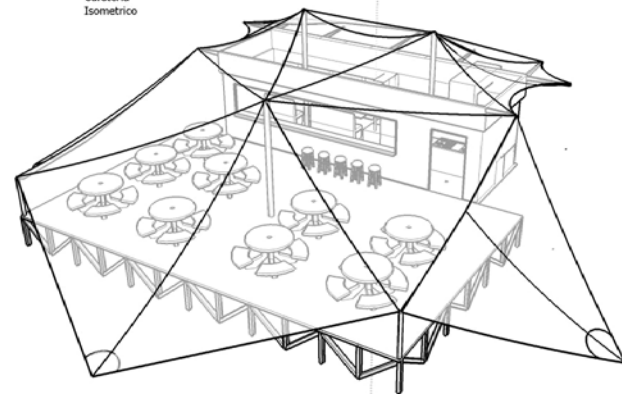
Facha Lateral



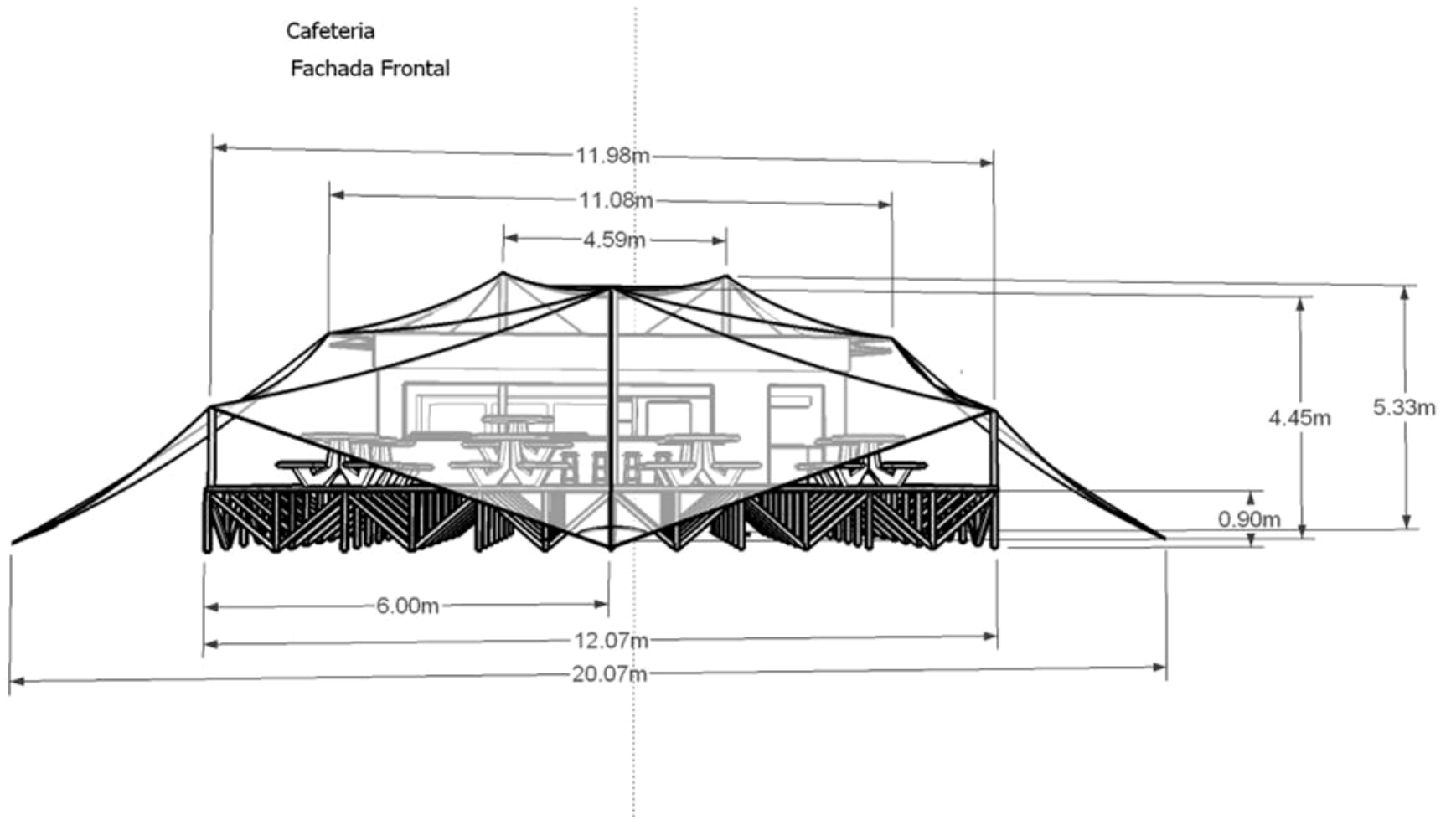
Cafeteria
Isometrico



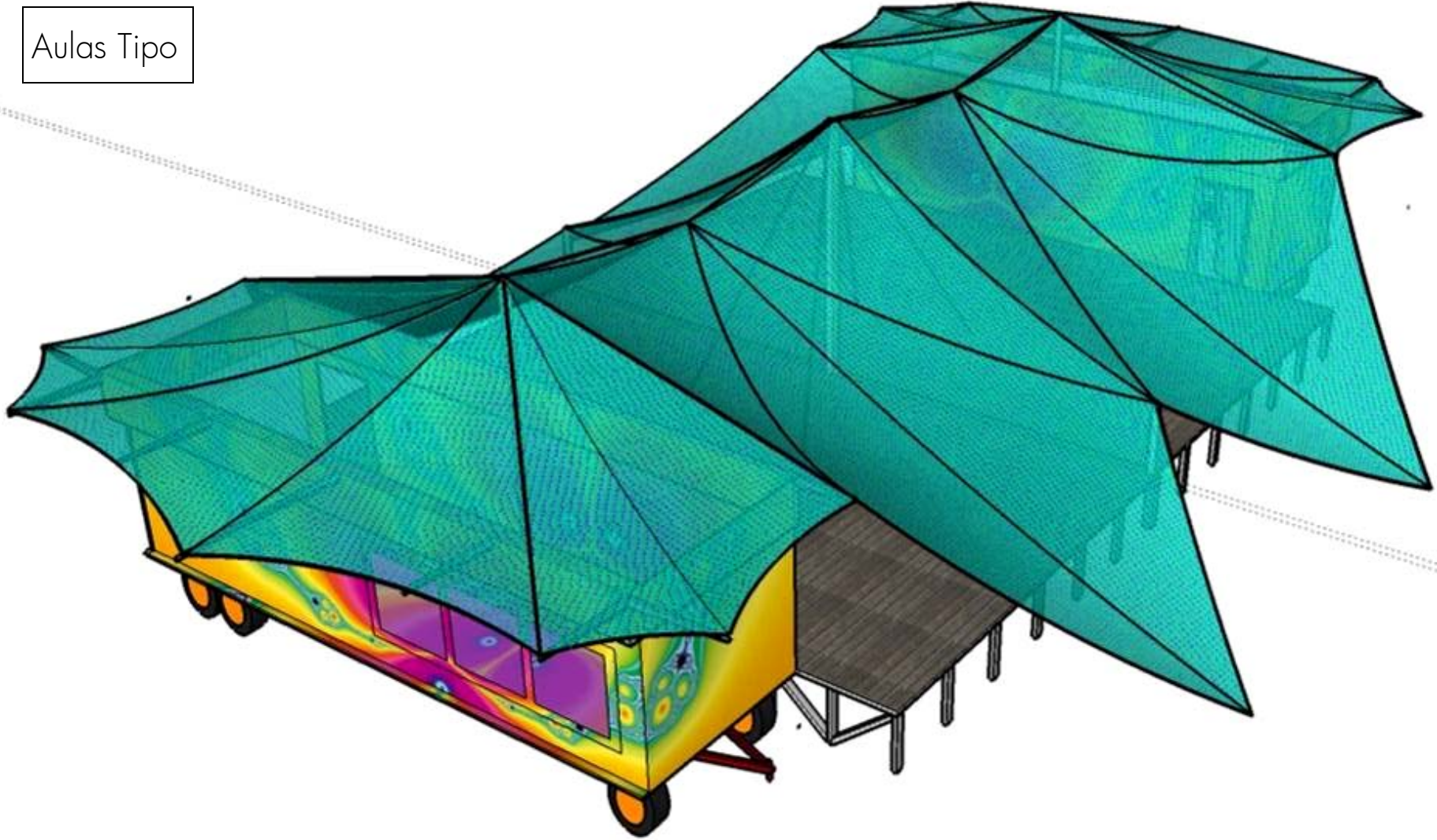
Cafeteria
Isometrico



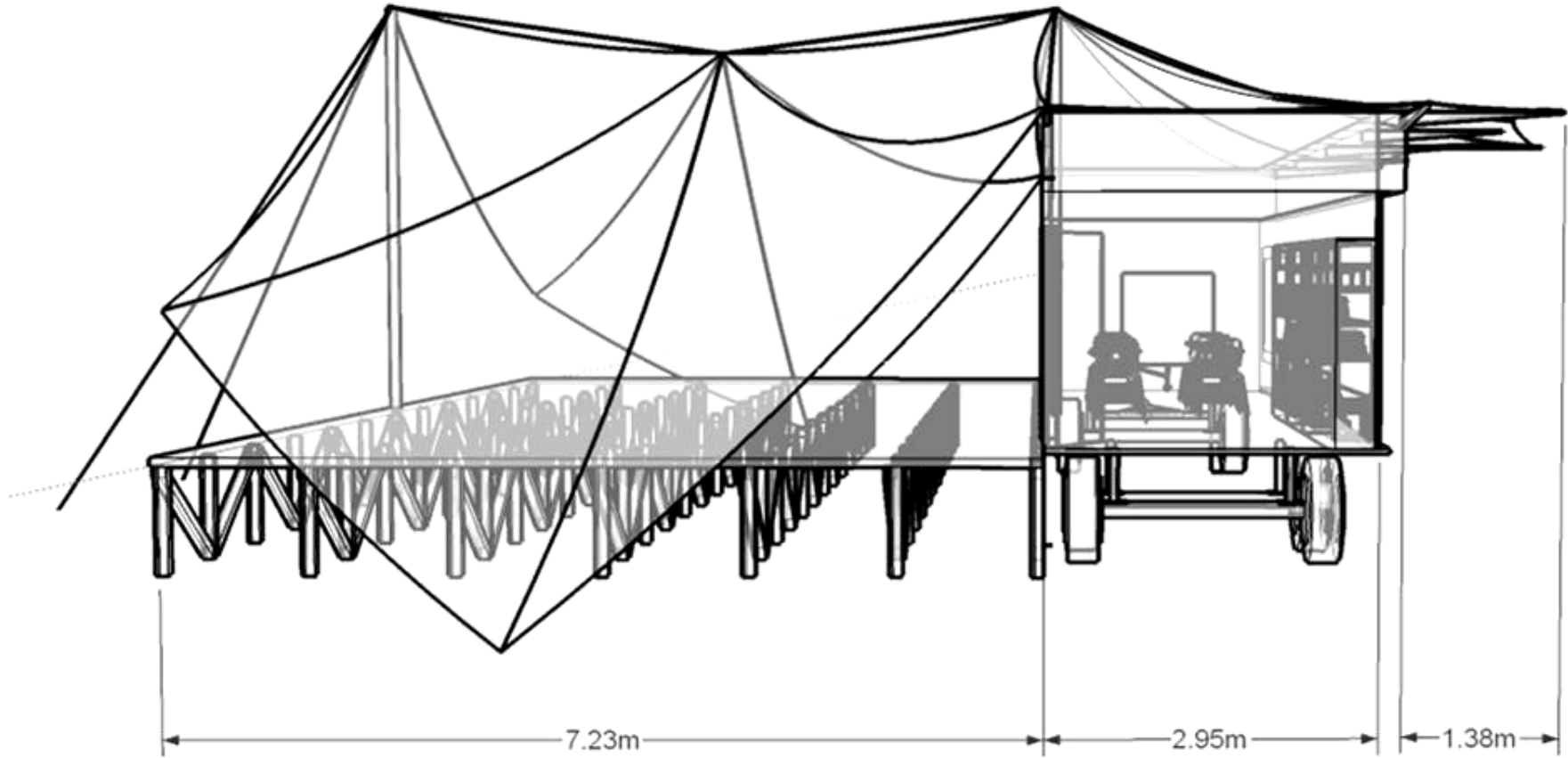
Cafeteria
Fachada Frontal

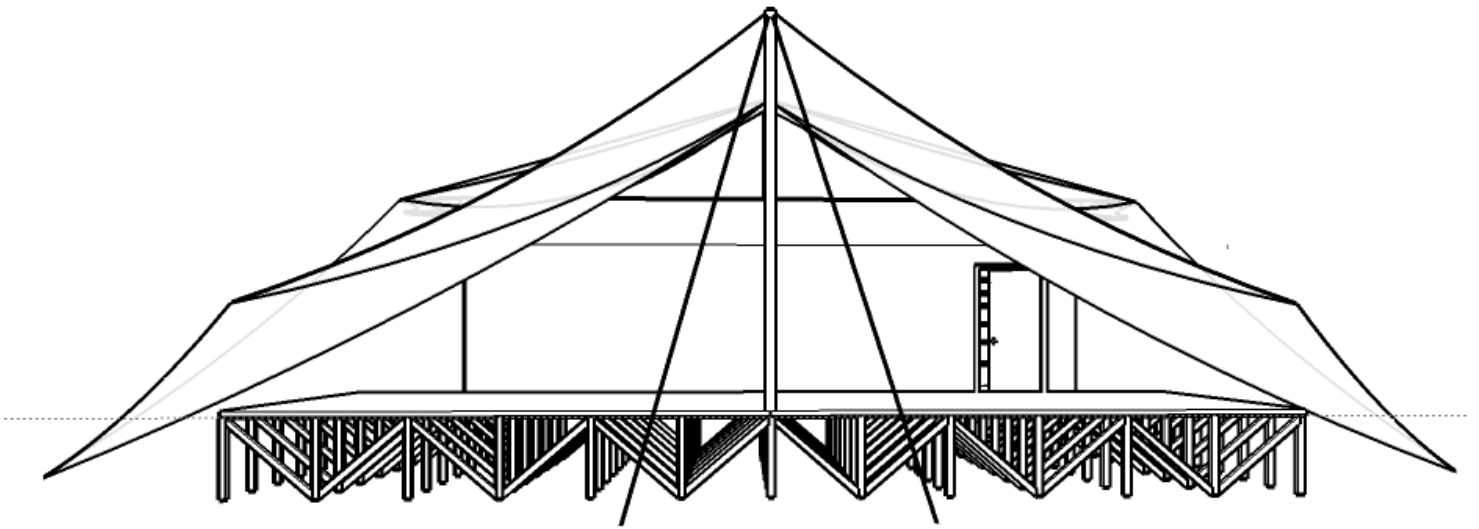


Aulas Tipo

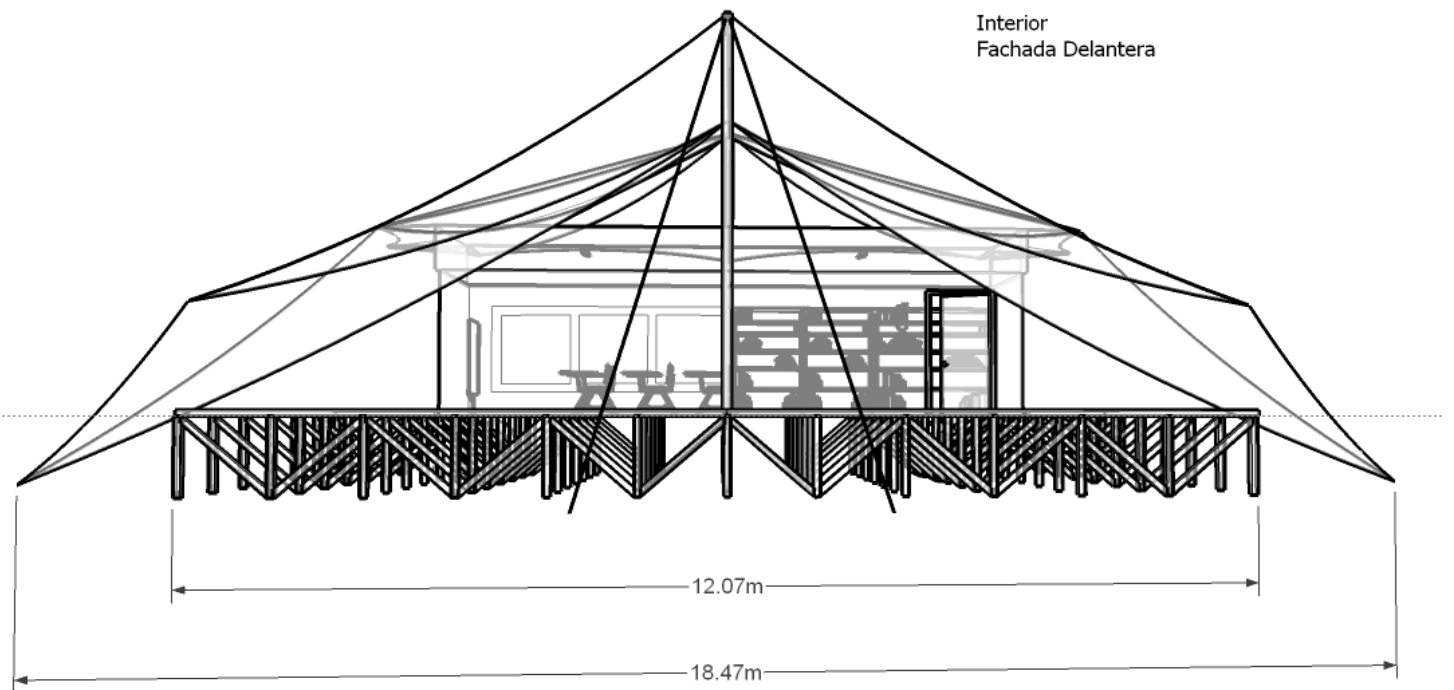


Interior Aulas
Fachada Lateral



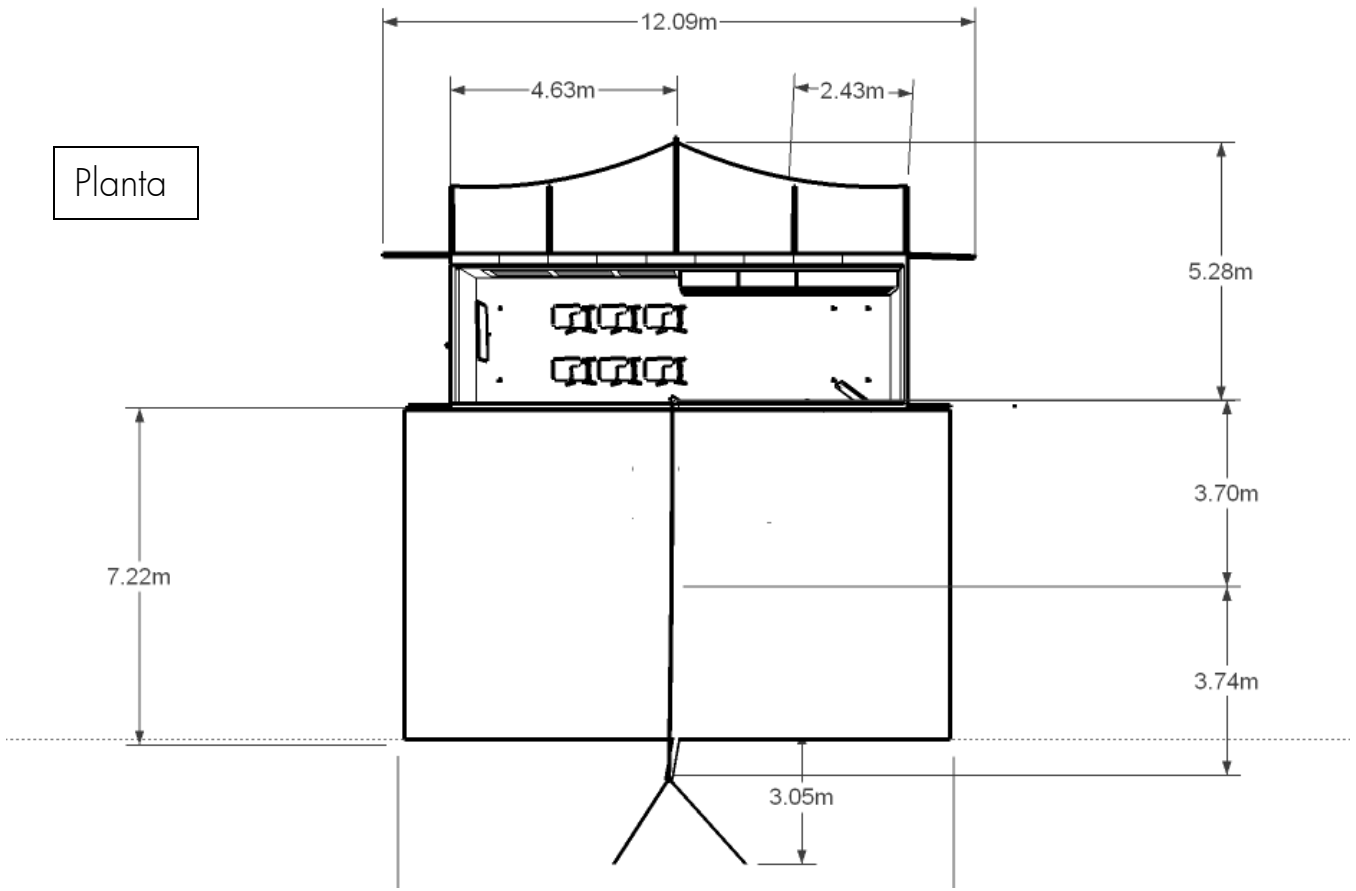


Fachada Delantera

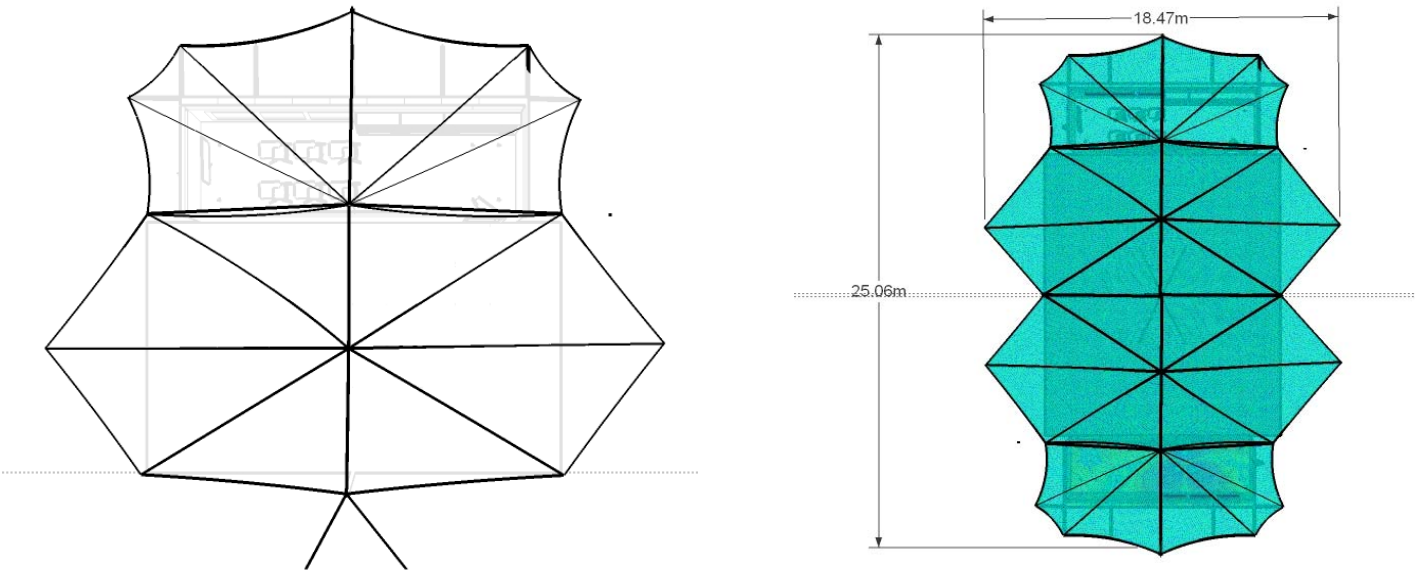


Interior
Fachada Delantera

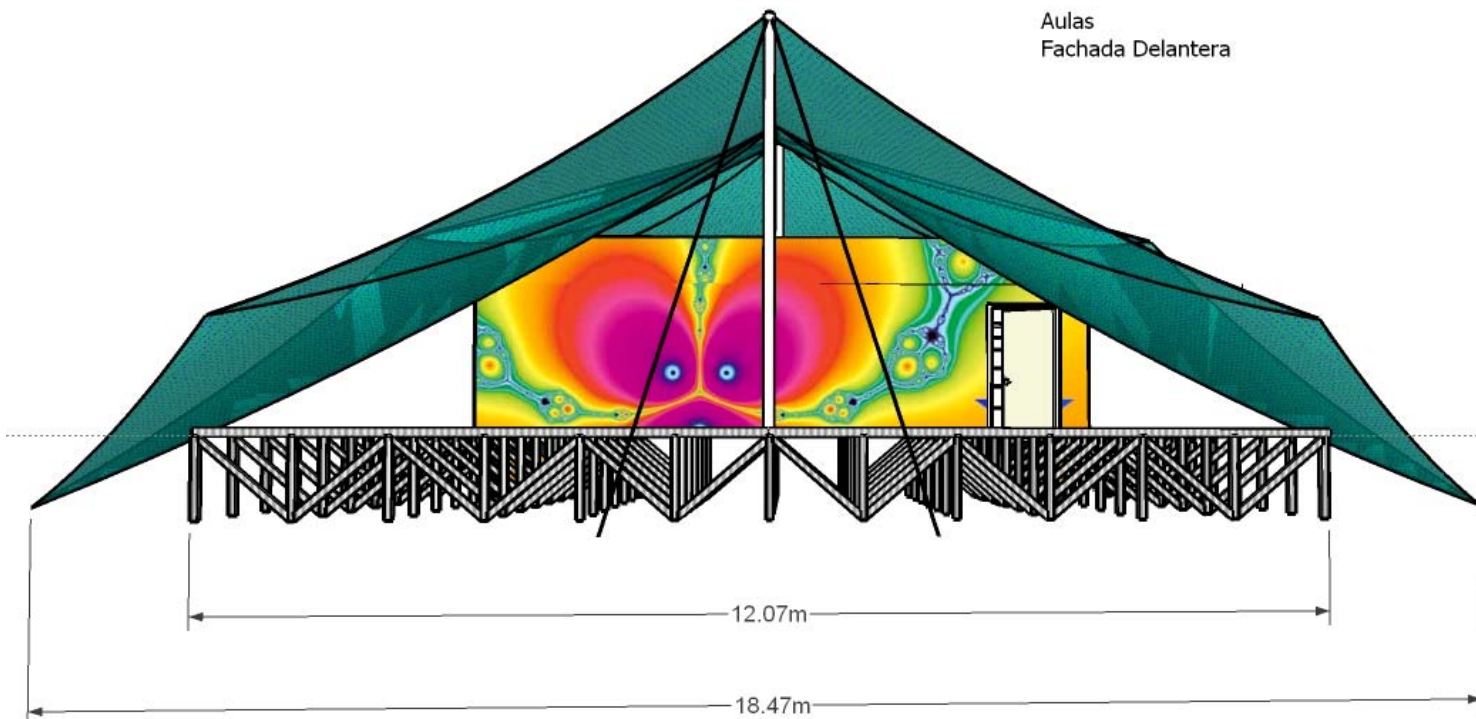
Planta



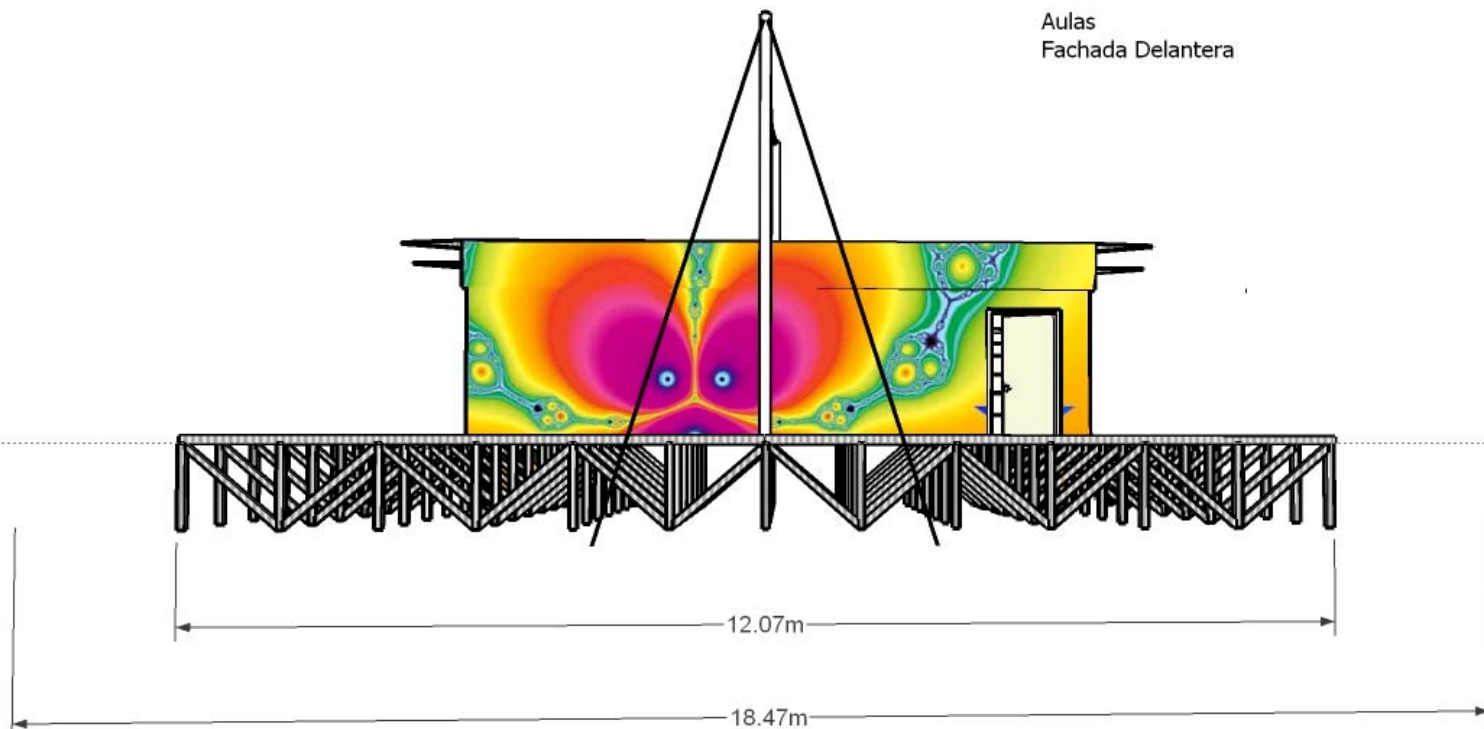
Planta de Cubiertas

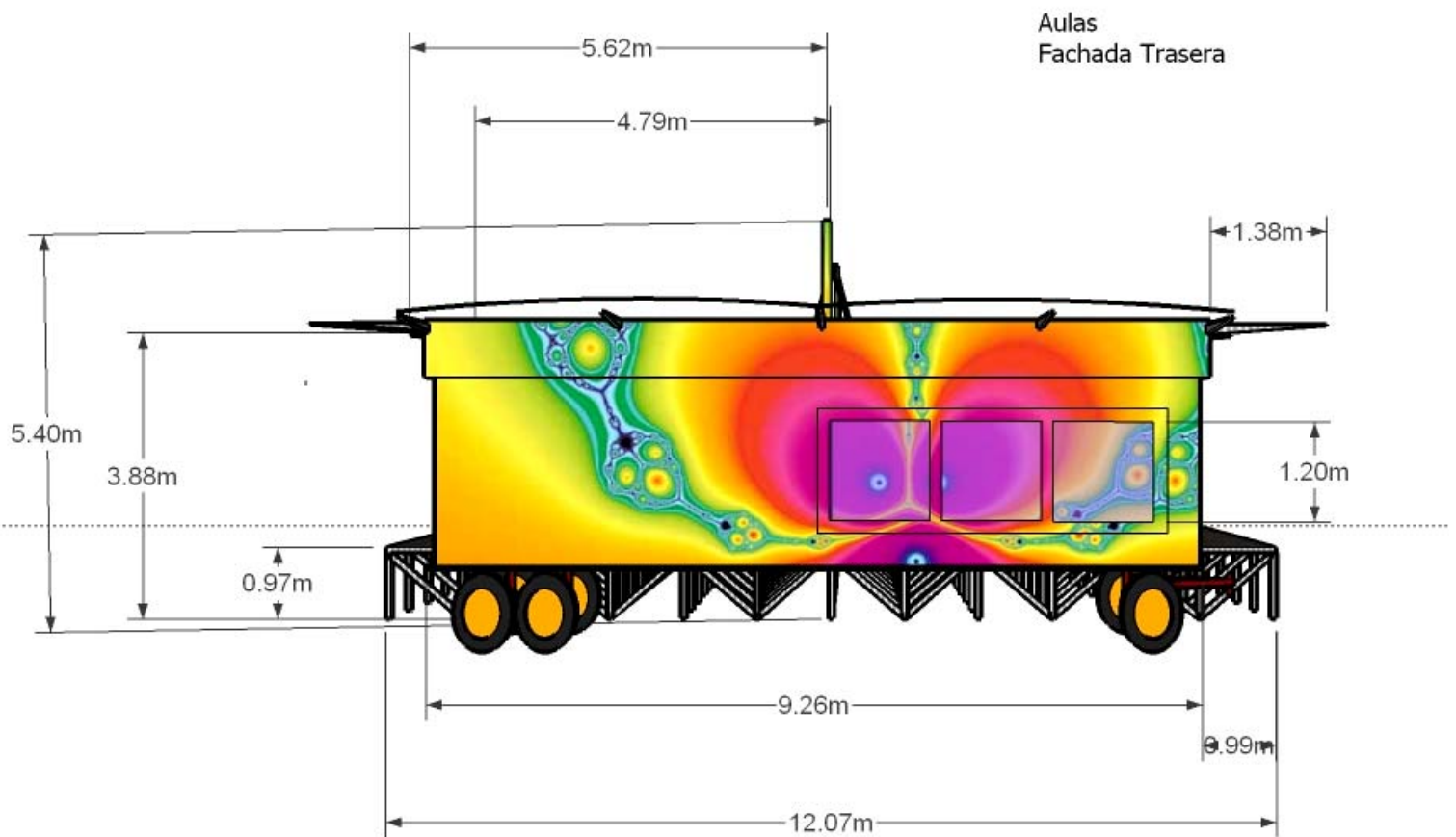
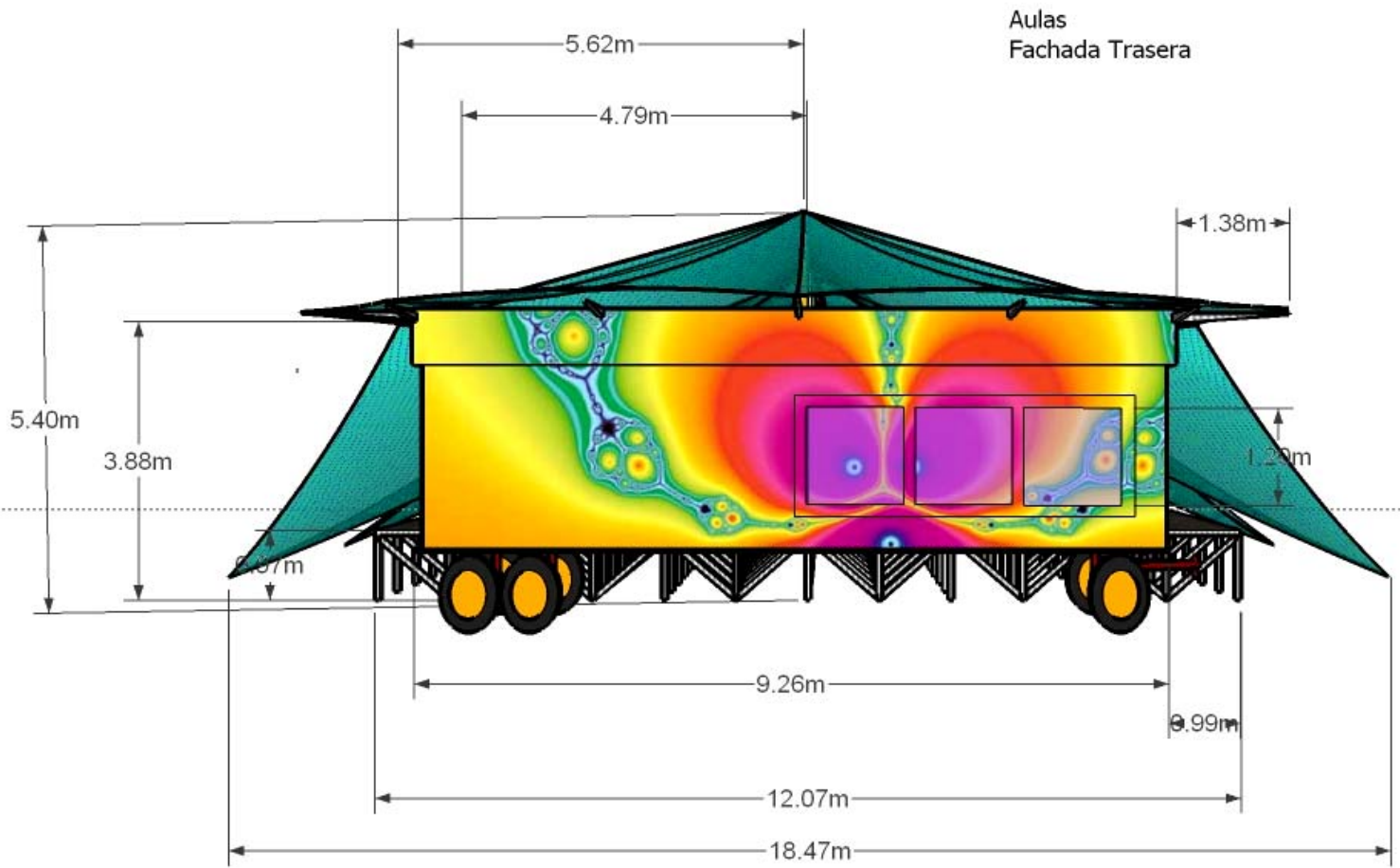


Aulas
Fachada Delantera

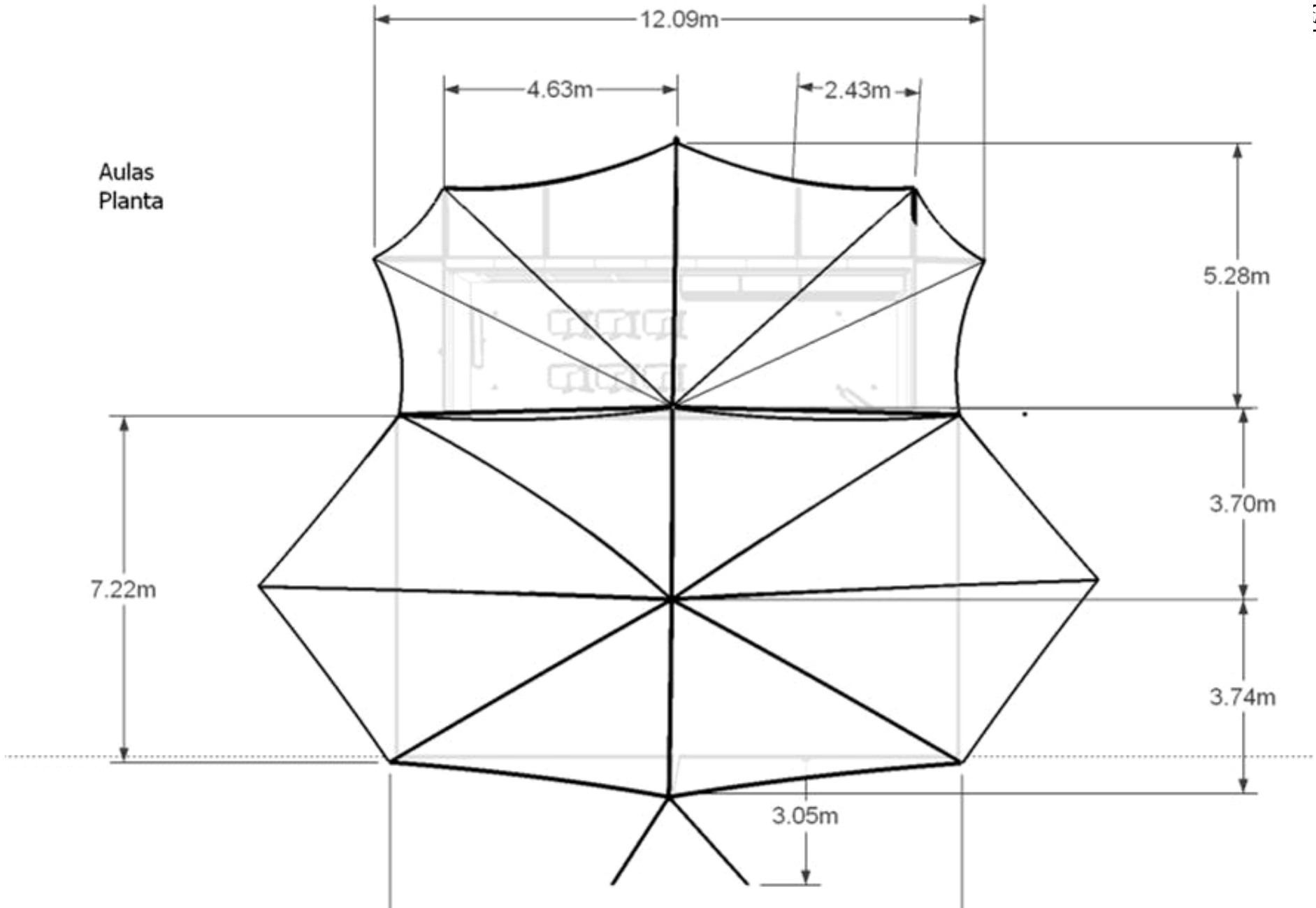


Aulas
Fachada Delantera

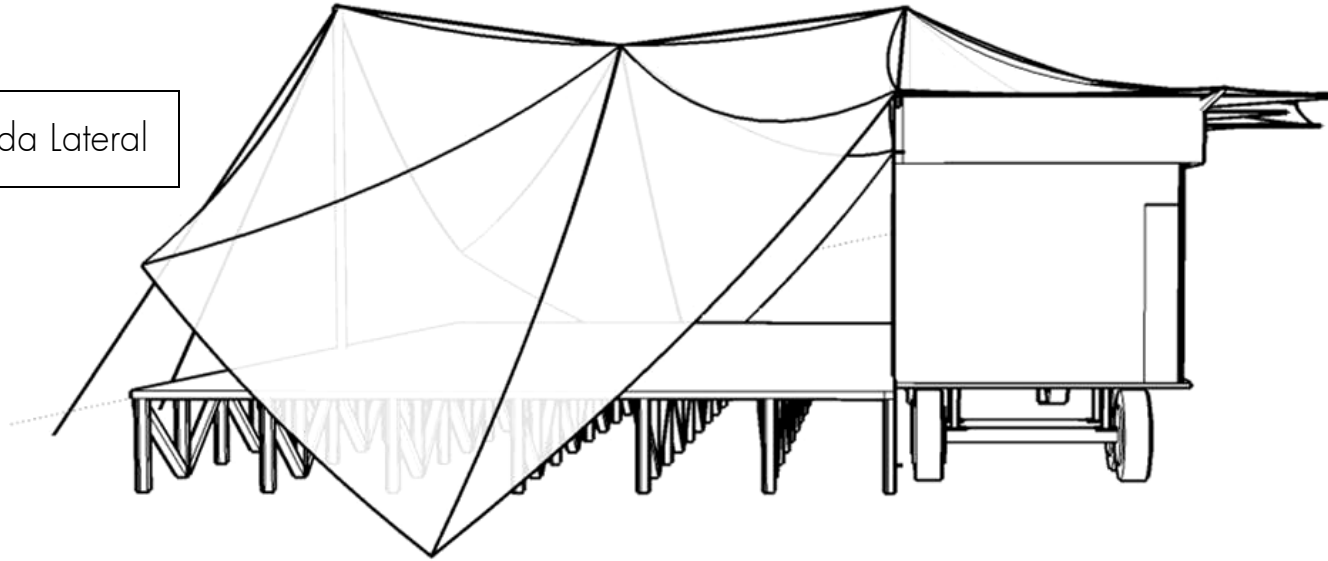




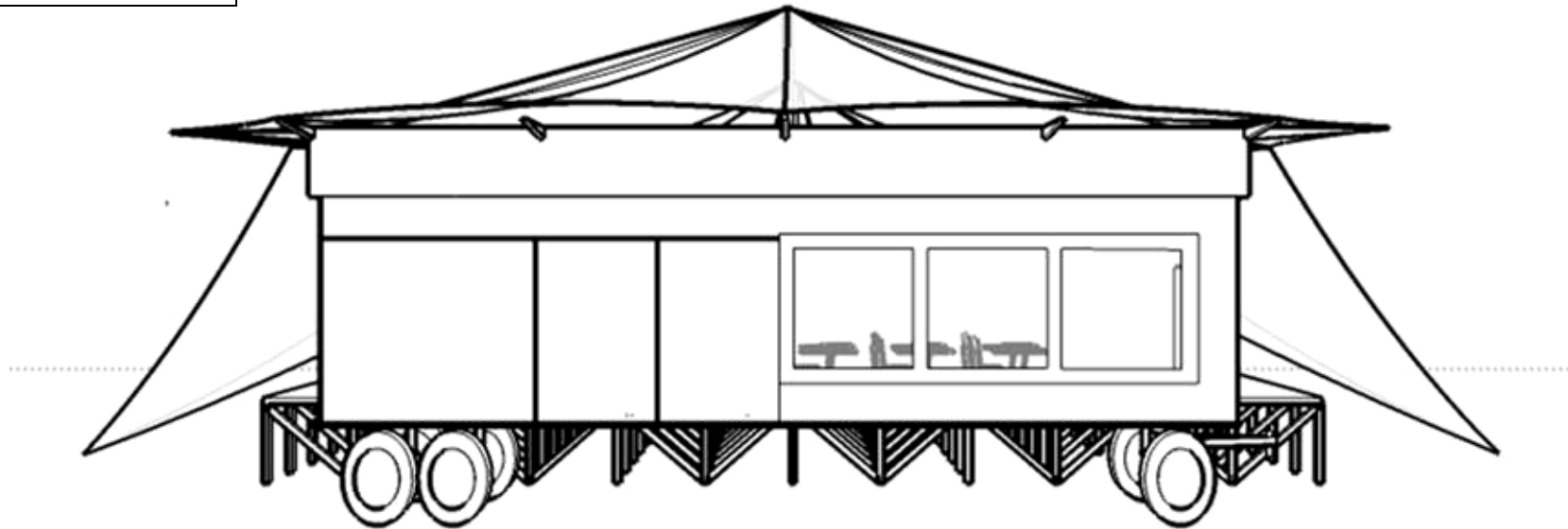
Aulas
Planta



Fachada Lateral



Fachada Trasera





Referencias

Bahamon Alejandro, *Arquitectura Textil, transformar el espacio*, Felisa Mingeret, Barcelona 2003

Berger, Horst: *Light Structures-Structures of Light: the Art and Engineering of Tensile Architecture*. (1996) Basel; Boston; Berlin: Birkhauser.

Buckminster Fuller, *SYNERGETICS- Explorations in the Geometry of Thinking, Volumes I and II*, New York, Macmillan Publishing CO, 1975, 1979

Seeking the Gift Tensegrity Dr. Timothy Wilken TrustMark 2001

Chilton John, *Space Grid Structures*, Architectural Press, Butterworth-Heinemann, Great Britain 2000

Davis, Janet M. (2002). *The Circus Age: Culture and Society under the American Big Top*. Publisher: University of North Carolina Pr (September 23).

Donal E. Ingber, *The Arquitectura of life*, Scientific American Magazine, January 1998.

Gyorgy Doczi, *El Poder de los Limites, proporciones armonicas en la naturaleza, el arte, y la arquitectura*, Shambala Publications, Inc Boulder, Edi Troquel, Argentina 1996.

Gene, Herman. *Circo y teatro, emoción y acción: una reflexión sobre el intento de asombrar*. Revista *Ambidextro*, nº 29, Navidad 2001-2002, p.06, Escuela de Circo Carampa, Madrid, 2001.

Lecoq, Jacques. *El cuerpo poético: una pedagogía de la creación teatral*. Editorial Mens, Barcelona, 1997.

Marfil, David "Txupi"(2004): *Historia del Circo: buscando en el fondo*. Revista *Zirkolika*, n. 1, Barcelona, junio-agosto, p.12 2003.

Otto Frei, *Tensile Structures*

Silva, Erminia. O Circo: sua arte, seus saberes: O Circo no Brasil no final do século XIX a meados do século XX. Disertación de Master, Departamento de Historia del Instituto de Filosofía y Ciencias Humanas de la UNICAMP, 1996.

Revolledo Cardenas Julio, La Fabulosa Historia del Circo en Mexico, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 2003 escenologia A.C, Mexico

Tesis Bionica, Facultad de Arquitectura.

Viedma, José Manuel Martínez (2002): Juegos y ejercicios de Acrobacia: la acrobacia como valor educativo. Editorial Wanceulen, Sevilla.

Villarin Garcia, Juan (org.). El maravilloso mundo del Circo. Ediciones Nova, Madrid, 1979.

Viveiro de Castro, Alice. O circo sem lona; O circo como ele é; O circo Norte-Americano; O circo no Brasil; Surge um novo circo; O circo

Paginas Web:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Minimal_surface"](http://en.wikipedia.org/wiki/Minimal_surface)

<http://www.architen.com/technical/intro/architen-landrell-performance.html>

http://www.tipis-tepees-teepees.com/outside_area.htm

<http://www.pindoramacircus.arq.br/publicacoes/bibliografia/tesemina.htm>

http://www.deporteyciencia.com/wiki.pl?Libro_Circo/Historia_Circo_Antiguo

http://www.centraldocirco.art.br/centraldocirco/historia_do_circo.htm), Contemporáneo brasileiro. Textos extraídos de: TORRES, Antônio – O Circo no Brasil – Funarte -Editora Atrações, 1998. (Versión digital: 1998.

[http://www.circostrada.org/index.](http://www.circostrada.org/index)

http://www.motherearthnews.com/menarch/archive/issues/195/195_images/195-060-01.gif

[<http://www.pindoramacircus.arq.br/publicacoes/bibliografia/tesemina.htm>

www.shelter-systems.com/yurt-dome-testimonial...